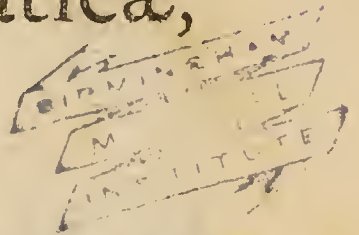
DISSERTATIONES
Physico-Mathematicae,

Partim antea editae in



Actis Philosophicis LONDINENSIBUS,

Jam auctiores & emendatiores,

Partim nunc primum impressae.

Auctore *Jacobo Jurin*, M. D.
Colleg. Medic. Londin. & Reg.
Societ. Socio, in Nosocomio *Thomae Guy*,
Arm^ri, Medico, olim Colleg. *Trinit.* apud
Cantabrigienses Sodale.

Pauca scire, quam multa opinari.

LONDINI:
Impensis GULIELMI INNYS, in
Areâ Occidentali D. Pauli.

M.DCC.XXXII.



Ornatiſſimo Viro,

Edvardo Hulse, M. D.

Collegii Medicorum *Londinenſium* Socio,

S. P. D.

Jacobus Jurin.

FAſciculum iſtum opuſculorum aliquot meorum tibi, vir clariſſime, obſervantiæ & amicitiæ perennis pignus, dono, dedicoque. Quod quidem facio, nulla tua aut exſpectata voluntate, aut venia petita: nullam enim te daturum certo ſciebam.

Tu, nempe, esses veritus, ne, quas verbis libenter prædico, literis etiam laudes tuas consignarem. Noli timere. Verecundiam ego tuam, & modestiam magis habeo perspectam, quam ut ei gravis esse ausim.

Fidem itaque, probitatem, humanitatem tuam, morum & sermonis suavitatem jucundissimam, medendi peritiam admirabilem tacitus prætereo; ea tamen lege, ut obsequi liceat cupiditati meæ & gloriandi studio, qui omnibus, tum viventibus, tum posteris,

posteris, si ad posteros etiam aliquid meum perventurum sit, quam notissimum esse velim, me viri amicitia, quem omnes laudant, colunt, diligunt, visum non esse indignum.

Vale.





Syllabus Dissertationum.

Dissertatio





DISSERTATIO I.

De causa suspensionis aquæ in tubulis capillaribus. Edita Anno 1718. *in Transact. Philos.* N°. 355.



AUCIS abhinc diebus exposuit mihi vir ingeniosus & doctus ex meis amicis rationem quandam à se excogitatam, construendi mobile perpetuum. Quæ cum & ipsa magnam veri speciem præ se ferret, & insuper ex propositione quadam Cl. Hauksbeii senioris experimento, ut ferebatur, comprobata, facili consequentia deduci posset; ego, fateor, utcunq; persuasum haberem paralogismum alicubi latere, eum tamen ratiocinando minime assequebar. Hunc autem instituto experimento facile detexi; & ut passim evenit, cum vana & impossibilia quæruntur, alia notatu digna reperiri, hoc etiam commenti occasionem mihi subministravit non solum errorem castigandi unum aut alterum, in quos inciderat laudatissimus Hauksbeius, sed etiam veræ causæ aperiendæ, qua aqua in tubulos capillares attollitur, inibique sustinetur supra libellam aquæ stagnantis.

Mobile perpetuum amicus meus construendum volebat ad hunc modum.

Sit sipho capillaris A B C, *Tab.* 1. *Fig.* 1. constans cruribus duobus, A B, B C, longitudine & diametro inæqualibus, cujus crure longiore & angustiore tantillum in aquam immerso, ascensura sit aqua super libellam, donec totum crus A B

 com-

compleverit. Quod ſi crus brevius & amplius eodem modo immergatur, aqua non niſi ad altitudinem aliquam F C, minorem tota cruris B C longitudine aſcenſura eſt.

Hujuſmodi ſiphone aqua repleto, & orificio A ſubtus aquam demerſo, ſic ratiocinatur. Quoniam binæ columnæ aqueæ A B, F C, ſuſtinentur, ex modo poſitis, virtute ipſorum tubulorum, nihil hæ conferre poſſunt ad effluxum aquæ ſiphone contentæ. At columna aquea B F, cum à nulla re ſuſtineatur, deorſum tendat neceſſe eſt, & aquam propellat per aperturam C. Jam vero niſus aeris ambientis aquam ſurſum pellet per aperturam A, ad replendum vacuum alioqui relinquendum in parte ſuperiori cruris B C, unde neceſſario orietur motus perpetuus, aqua perpetim defluente in idem vas, unde attollitur. Hujuſmodi vero ratiocinationis fallacia facto experimento ſtatim detegitur. Nam,

Exp. 1. Aqua, tantum abeſt ut effluat per aperturam C, ſurſum fertur verſus F, & vacuo relicto toto crure B C, ſuſtinetur in altero crure ad altitudinem A B.

Exp. 2. Cum attollitur oſculum A ſupra aquam vaſculo contentam, par eſt eventus. Tunc enim guttatim defluit aqua per oſculum A, & inani relicto crure B C, ſuſpenditur ad altitudinem A B.

Animadvertendum eſt opus eſſe ad eventum horum duorum experimentorum, ut A G differentia crurum ſiphonis major ſit altitudine F C; cum aliter aqua in neutram partem effluxura ſit.

Exp. 3. Si, inverſo ſiphone, oſcula A, C, ſurſum obvertantur, aqua perſiſtit immota.

Horum

Horum vero omnium ratio facile conſtabit, cum aperiemus cauſam, qua ſuſtinetur aqua in tubis capillaribus.

Sequitur Propoſitio prædicta Hauksbeiana.*

Tab. I. *Fig.* II. Sit ſipho capillaris A B F C, in quo aqua aſcenſura eſt ſupra libellam ad altitudinem C F, ſitque B A altitudo cruris longioris infra ſuperficiem aquæ D E, quam attingit cruris brevioris oſculum C. Jam ſi plenus ſit aqua iſte ſipho, aqua non effluet per oſculum A, ſed tota in ſiphone ſuſtinebitur, niſi altitudo B A ſuperet altitudinem C F.

Perquam ſane ſpecioſa videtur prima fronte iſta propoſitio. Quoniam enim ſuſtineri poteſt aquea columna F C virtute cauſæ alicujus intra tubum ſeſe exerentis, quidni & columna B A priori æqualis aut etiam minor, eadem virtute ſuſtinebitur? Reipſa,

Exp. 4. Si oſculum C attollatur ſupra aquam D E, aqua ſuſpendetur in Siphone, niſi altitudo B A major ſit altitudine F C. Atqui,

Exp. 5. Ubi oſculum C vel minimum immergitur in aquam, illico aqua guttatim cadit ex oſculo A, etiamſi multo minor ſit A B altitudine F C.

Idem Hauksbeius in libro ſuo experimentorum ſequentem etiam obſervationem propoſuit.

Neceſſe eſt, ut crus brevius ſiphonis capillaris A B F C immergatur in aquam ad altitudinem F C, parem altitudini ad quam aqua in idem crus attolleretur ſupra libellam; alioqui aqua non profluet ex crure longiore. Miror qua ratione vir

* Phil. Tranſ. N°. 305.

cl. in id erroris inciderit. Error certe eſt. Nam,

Exp. 6. Illico effluit aqua ex crure longiore, quamprimum oſculum cruris brevioris attingit ſuperficiem aquæ in vaſculo, tantum abeſt ut ad aliquam altitudinem infra eandem demergi neceſſe ſit.

Expoſitis jam ex mandato Illuſtriſſimæ Societatis ſupradictis experimentis, liceat mihi ejuſdem bona venia accedere ad cauſam aſcenſus & ſuſpenſionis aquæ in tubis capillaribus inveſtigandam.

Aeris preſſioni nullatenus deberi iſtud phænomenon abunde conſtat ex Hauksbeianis experimentis.

At nec idem proficiſci ex cauſa ab ipſo cl. Hauksbeio adducta, attractione nempe totius concavæ ſuperficiei ipſius tubuli capillaris, qua continetur aqua ſuſpenſa, demonſtrari poteſt ad hunc modum.

Quoniam in omni tubulo capillari altitudo, ad quam aqua attollitur ſupra libellam, eſt in ratione reciproca diametri ipſius tubi; patet quantitatem ſuperficiei, qua aqua continetur, in omni tubo eſſe datam: atqui columna aquea ſuſpenſa, eſt in ratione diametri ipſius tubi. Unde, ſi aqua ſuſtinetur ab attractione ſuperficiei continentis, ſequetur effectus inæquales generari à cauſis æqualibus. Quod eſt abſurdum.

At inquiet aliquis, tubulos binos diametro inæquales aliis etiam circumſtantiis inter ſe diſcrepare, quarum vi cauſæ æquales effectus tamen inæquales generare poſſint. Nam in tubulo anguſtiore non ſolum major eſt curvatura; ſed aqueæ particulæ in medio tubo poſitæ propius abſunt à ſuperficie attrahente, quam in tubo ampliore. Atqui ſi quicquam valet hoc argumentum,

tum, ſequetur inde majorem columnam aquæ ſuſtineri in tubulo anguſtiore: quod experimento contrarium eſt. Nam columnæ aqueæ ſuſpenſæ eandem rationem obtinent inter ſe, quæ eſt inter diametros tubulorum.

Sed cum lectorum fere omnium animus in hujuſmodi diſceptationibus, experimentis magis, quam mathematicis rationibus acquieſcere conſueverit, operæ pretium erit, ſequentia duo adducere, quibus mihi videtur contineri quod dicitur Experimentum Crucis.

Tab. I. *Fig.* 3. Conſtet Tubus C D duabus partibus, in quarum ampliore, aqua ſponte aſcenſura ſit ad altitudinem B F; at pars anguſtior, ſi ſatis longa ſit, aquam ſublevatura ſit ad altitudinem C D.

Exp. 7. Hoc tubo aqua repleto, & oſculo C partis amplioris immerſo in aquam A B, omnis aqua tubo contenta ſuſpenditur ſupra libellam.

Exp. 8. *Tab.* I. *Fig.* 4. Immerſo oſculo partis anguſtioris, aqua confeſtim deſcendit, & ſubſiſtit tandem ad altitudinem D G parem lineæ B F.

Patet hinc aquam, cum in priore experimento ſuſtinetur, minime ſuſtineri attractione ſuperficiei continentis. Nam inverſo tubo, ut in experimento poſteriore, eadem perſtat hæc ſuperficies, & tamen aquam ad eandem altitudinem non ſuſpendit.

Sepoſita itaque hac hypotheſi, accedo jam ad veram cauſam hujus phænomeni exponendam. Hæc autem eſt attractio peripheriæ, ſeu ſectionis annularis tenuiſſimæ, ſuperficiei concavæ tubi, cui contigua eſt & cohæret ſumma aquæ ſuſpenſæ ſuperficies. Nam iſta ſola pars tubi eſt, à qua receſſura ſit aqua inter deſcenſum; & proinde ſola

eſt,

eſt, quæ vi attractionis, ſeu cohæſionis, aquæ deſcenſum impediat.

Hæc etiam cauſa eſt effectui proportionalis: cum & iſta peripheria & columna aquea ſuſpenſa ſint in eadem ratione cum tubuli diametro.

Etſi facile eſſet ex modo dictis juſtam & legitimam demonſtrationem elicere, tamen ad omnes omnibus ſcrupulos eximendos non inutile fuerit propoſitionem hanc, ut in priore fecimus, per experimentum comprobare.

Tab. I. *Fig.* 5. Sit itaque E D C ejuſmodi tubus, atque adhibitus eſt in experimentis ſeptimo & octavo, excepto quod majore longitudine ſit pars tubi anguſtior; ſintque A F, B G altitudines ad quas aqua ſponte aſcenſura ſit in tubis E D, D C reſpective.

Exp. 9. Si repleatur aqua tubus amplior ad quamcumque altitudinem minorem tota ejuſdem longitudine, & immergatur oſculum C in aquam A B, deſcendet illico aqua ad libellam puncti G: at ſi ſummitas aquæ contentæ vel minimum ſubintret in tubum anguſtiorem E D, ſuſtinebitur tota columna aquea D C, modo dicta columna non ſuperet altitudinem A F.

In hoc experimento patet nullam aliam adeſſe cauſam, qua aqua ſuſtineatur ad tantam altitudinem, præter contactum peripheriæ tubi anguſtioris, quam attingit ſumma aquæ ſuperficies. Nam tubus D C, ex poſitis, non ſuſpendet aquam ultra altitudinem B G.

Exp. 10. *Tab.* I. *Fig.* 6. Inverſo eodem tubo & aqua repleto, aqua confeſtim ſubſidit, ſi columna ſuſpenſa D H ſuperet altitudinem G B: cum in tubo D E ſuſtineri poſſit ad altitudinem

A F.

AF. Unde liquido apparet columnam DH non ſuſpendi attractione tubi DE, ſed peripheriæ amplioris tubi, quam attingit aquæ ſuperficies.

In eorum gratiam, quibus rem eandem variis modis iteratam videre jucundum eſt, ſubjicimus duo experimenta ſequentia, quorum eadem fere eſt ratio ac duorum præcedentium.

Tab. I. *Fig.* 7. Sit ABC ſipho ejuſmodi, in cujus crure breviore & anguſtiore AB ſuſtineri poſſit columna aquea altitudinis EF, ſiquidem iſtud crus ea longitudine fuerit; at in crure longiore & ampliore BC aqua ſuſpendi nequeat ſupra altitudinem GH.

Exp. 11. Si repletus aqua iſte ſipho eo ſitu teneatur, quem exhibet figura, non effluet aqua ex C apertura cruris longioris, niſi DC differentia duorum crurum AB, BC ſuperet altitudinem EF.

Exp. 12. *Tab.* I. *Fig.* 8. Si crus anguſtius BC longius fuerit crure AB, effluet aqua per oſculum C, ſi DC, differentia crurum, major ſit altitudine EF: aliter tota aqua ſuſtinebitur.

In duobus hiſce experimentis patet columnas aqueas DC ſuſtineri attractione peripheriarum A, quod earum columnarum longitudines pares ſint altitudini EF, ad quam, ex poſitis, aqua ſuſpendi poteſt virtute harum peripheriarum: cum longitudines columnarum, quæ ſuſtineri poſſunt à tubis BC, pares ſint altitudini GH.

Etiamſi rem extra dubium poſuiſſe videantur iſta experimenta, tamen operæ pretium erit obviam ire ſequenti argumento, quod ſponte ſeſe objicit, quodque prima facie ſufficere videri poſſit ad evertendam totam noſtram Theoriam.

Tab.

Tab. I. *Fig.* 5. Nam quoniam peripheria, five annulus tubi E D, non fufficit nifi ad fuftinendam columnam longitudine A F in eodem tubo: quî fit, ut fuftinere poffit ifte annulus columnam æque altam in ampliore tubo D C?

Tab. I. *Fig.* 6. Item, fi annulus amplioris tubi valet fuftinere columnam altitudine B G in eodem tubo; cur non fuftinebit plus columna æque alta in tubo anguftiore E D?

Eadem etiam opponi poffunt ad experimentum undecimum & duodecimum.

Facilis autem eft refponfio. Nam earum columnarum momenta adamuffim paria funt, ac fi tubi eas fuftinentes E D, C D, pari ubique amplitudine ad fuperficiem aquæ ftagnantis pertenderent; cum velocitates aquæ, quo loco ampliantur aut contrahuntur iftæ columnæ, ad velocitates ejufdem juxta peripherias attrahentes, fint reciproce in ratione fectionum ipfarum columnarum. Unde oboritur paradoxon notatu dignum.

Exp. 13. *Tab.* I. *Fig.* 9. Si repleatur aqua vas A B C quacunque forma, & quacunque magnitudine; tota ifta moles aquæ fuftineri poteft fupra libellam, modo terminetur fummum vas tubulo capillari C fatis tenui.

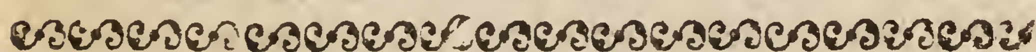
Utrum vero parem eventum habiturum fit hoc experimentum, cum vas eam altitudinem fuperet, ad quam aqua attollitur preffione aeris; & quid mutationis in vacuo paffurum fit, alia forte occafione oftenfurus fum, cum experimentis hactenus factis animo meo fatisfacere non licuerit.

Explorata jam caufa, qua fuftinetur aqua in tubulis capillaribus, facile erit rationem reddere afcenfus ejus, ut videtur, fpontanei in eofdem.

Nam

Nam immerſo capillaris tubuli oſculo in aquam ſtagnantem, cum prima aquæ guttula ſubintrans tubum ſuſpendatur attractione annuli contigui, & proinde non gravitet in aquam ſubjectam, ea neceſſario altius attolletur partim preſſione aquæ ſtagnantis, partim attractione annuli proxime ſuperioris.

Oſtendi jam poſſet quanta proclivitate deducere liceat ex hac theoria varia omnia & prima facie contraria ſupra poſitorum experimentorum phænomena. Id vero cuivis adeo facile eſt, ut opera noſtra minime neceſſaria videatur: & jamdudum tam prolixi fuimus in exili iſto argumento pertractando, ut veniam ſperare non liceat, niſi ab iis, qui norunt, ad quot & quanta alia naturæ phænomena illuſtranda adhiberi queat iſta doctrina.



DISSERTATIO II.

De actione tubulorum vitreorum in aquam & argentum vivum. Edita Anno 1719, *in Tranſact. Philoſ.* N°. 363.

IN diſſertatione non ita diu Regiæ Societati oblata oſtenſum erat aquam in tubulo capillari ſuſtineri ſupra libellam vi attractiva ſuperficiei tenuis annularis tubuli interni, cui ſumma aqua adhæreret. Inter varia experimenta propoſitionem iſtam confirmantia unum adduxeram, quo infundibulum vitreum diametro aliquot digi-

 torum,

torum, apice autem in tubulum capillarem exeunte, aqua plenum, omnem illam aquam attractione capillaris acuminis suspendebat.

Paucis post diebus quam edita esset ista dissertatio, prodiit liber a docto admodum & ingenioso Societatis hujus sodale conscriptus, quo supradictum experimentum hunc in modum explicabatur.

Si infundibulum A B C *Tab*. II. *Fig*. 1. cui latius os insistat aquæ B C, & summitas terminetur in tubulum capillarem apertum ad A, repleatur aqua, tota illa aqua sustinebitur; columna nempe A *a* attractione circuli vitrei intra tubum proxime superioris; & columnæ omnes reliquæ, ut F *f*, D *d*, E *e*, G *g*, &c. partim attractione partium vitri ipsarum apices contingentium, ut F, D, E, G: Quod autem columnæ tenues, sive fila aquæ D *d*, & E *e* deorsum non labantur ad F *f* & G *g*, adeoque ad fundum subsidant, fieri videtur propter cohæsionem ipsarum cum columna A *a*, quæ sustinetur tubo capillari A: Nam si abrumpatur iste tubus ad D E, illico tota aqua descendet.

Cum a nostra longissime abluderet ista explicatio, eique multum patrocinaretur nota auctoris clarissimi in philosophia experimentali peritia; officii mei esse duxi ejus explicationem ad examen exigere; quo aut eam vitiosam esse demonstrarem, aut meam saltem ut erroneam & falsam abjicerem. Hoc animo, in proxime subsequenti conventu societatis Regiæ, institui sequens experimentum.

Infundibulum A F G B C, *Tab*. II. *Fig*. 2. cujus ima pars B C F G, cylindri in modum recta assurgebat, summitas autem exibat in tubulum capillarem A, aqua replevi ad altitudinem B F, adeo ut summa aqua non pertingeret ad partem fornicatam infundibuli; deinde admoto apici A digito

gito madente, ut guttula aquæ penetraret in tubulum capillarem, omnis aqua in infundibulo suspendebatur supra libellam aquæ D E, ut in priori experimento.

In hoc experimento manifestum est columnas, quibus constare fingitur cylindrus aqueus F G B C, nullo modo sustineri attractione fornicis tubi; quippe quam non attingant. Neque ulla est columna media, quæ contactu tubuli capillaris & ipsa sustinetur, & circumpositas columnas suspendit. Quibus duobus fundamentis nitebatur viri cl. explicatio.

Explicari autem potest id experimentum in hunc modum.

Cylindrus aqueus F G B C pondere suo librat partem pressionis aeris incumbentis in aquam cisternæ, & cylindrum istum sursum impellere nitentis. Reliquum istius pressionis libratur vi elastica aeris A F G inter cylindrum aqueum F G B C & guttulam aquæ in tubo capillari A intercepti. Hic autem aer, cum vi elastica undequaque pariter nitatur, tantundem librat pressionis atmosphæræ in guttulam A, quantum sustinet pressionis in aquam cisternæ. Reliqua pressio atmosphæræ in guttulam A sustinetur ea vi, qua adhæret ista guttula tubulo capillari. Unde sequitur pondus cylindri aquei F G B C in æquilibrio constitutum esse cum ista vi, & ab eadem revera, licet non immediate, sustineri.

Idem est eventus experimenti, cum loco aquæ, argentum vivum in infundibulum attollitur, modo tubulus A madente digito tangatur. Oportet autem hydrargyrum ad altitudinem aqua tanto minorem assurgere, quanto majorem obtinet gravitatem specificam.

Pergo jam fidem liberare in supradicta dissertatione obligatam, ut examinarem, utrum experimentorum

mentorum in eadem expoſitorum idem futurus eſſet exitus in vacuo, ac in aere fuerat; item utrum aqua in ampliori tubo, ope capillaris tubuli in ſummitate poſiti, ſuſtineri poſſet ad majorem altitudinem, quam ad quantam attollitur pondere atmoſphæræ.

Hunc in finem ex aqua prius cocta aerem omnem incluſum eduxi ope machinæ pneumaticæ: quod cum eſſet factum, experimenta iſta omnia eundem eventum habuerunt in campana exhauſta, ac in aere habuerant.

Experimentum autem decimum tertium factum eſt tubo 35 digitos longo, & quartam digiti partem lato, acumine in tubulum tenuiſſimum abeunte. Qui cum repletus eſſet aqua aere expurgata, ut ante dictum eſt, omnis illa aqua in vacuo ſuſpendebatur.

Aperte hoc oſtendit eventum hujus experimenti nullatenus deberi preſſioni aeris; cum minimum iſtud aeris, quod in campana exhauſta relinquitur, nequaquam ſufficeret ad aquam ea altitudine ſuſtinendam. Unde evincitur altitudinem, qua aqua hoc modo ſuſpendi poſſit, minime coerceri iſtis limitibus, ad quos aeris pondere attollitur.

Hic vero minime prætereunda eſt inſignis difficultas, quæ obviam ſeſe offert, cum attento animo perpenditur iſtud experimentum. Quæ ut manifeſtius perſpiciatur, operæ pretium erit diligentius animum advertere quid evenire debeat, cum ſimplex tubus capillaris aqua aere vacua repletus, in exhauſta campana includitur.

Tunc enim tota aquea columna in tubo A C B, *Tab.* II. *Fig.* 3. ſuſtinetur attractione ſuperficiei annularis A in ſummo tubo. Et quanquam iſte annulus nullam aquæ partem immediate ſuſtineat, præter eam quæ aut ipſum contingat, aut intra

ſphæram

ſphæram ſuæ attractionis, hoc eſt, intra limites anguſtiſſimos verſetur: tamen fieri non poteſt, ut ulla pars aquæ, exempli gratia, ad C, ab aqua ſuperiore divellatur & ſubſidat, quod ejus deſcenſus prohibeatur ab annulo C eidem contiguo. Hic enim cum annulo A æqualis ſit, & proinde par ſit ſuſtinendæ columnæ aqueæ longitudine AB, multo magis ſufficit ſuſtinendæ columnæ CB infra eundem poſitæ. Unde patet nullam aquæ partem poſſe deſcendere, niſi integræ columnæ pondus ſuperet vim attractivam annuli A.

At in tubo inæquali ACB, *Tab.* II. *Fig.* 4. quali uſi ſumus in iſto experimento, longe alia res eſt; nec facile perſpicitur, quare in vacuo ulla pars aquæ in ampliore parte tubi, exempli gratia, in C, non deſerat aquam ſuperiorem & deſcendat; quoniam multo amplior eſt annulus C, quam ut ſuſtinere valeat columnam aqueam longitudine CB.

Videtur mihi non melius ſolvi poſſe iſta difficultas, quam ſi dicamus cohæſionem, quæ intercedit inter aquam tubuli capillaris & aquam infra poſitam, ſatis fortem eſſe, ut ſuſtinere poſſit pondus columnæ ſuſpenſæ. At iſta cohæſio quatenus oriatur ex preſſione medii fluidi tanta ſubtilitate præditi, ut per vitrum pervadat, ſane dignum eſt diligentiori examine. Nam etſi tale medium non vitri ſolum, ſed ipſos aquæ poros pervaſurum ſit, tamen integro pondere nitetur in particulas omnes ſolidas, ut ita dicam, ſuperficiei aquæ in ciſterna; at ex ſolidis particulis aquæ in tubo eæ ſolum, quæ poris aquæ ſuperioris ſubjacent, hoc medio prementur; reliquæ, particularum ſolidarum ſuperjacentium ope, carebunt iſta preſſione: unde liquet minorem incumbere preſſionem hujus medii in quamvis ſectionem aquæ infra tubulum capillarem poſitæ, quam in parem ſuperficiem aquæ in ciſterna

ciſterna ſtagnantis. Unde ſuſtineri poteſt columna aquea differentia illa, quæ eſt inter duas iſtas preſſiones. Iſti autem explicationi patrocinari non mediocriter videntur ſequentia experimenta, quorum omnium eadem fere explicandi ratio eſt; etſi aliam quoque cauſam infra adducturus ſim ad primum & ſecundum pertinentem.

Hic autem primo loco ponendum eſt nobile iſtud experimentum, quo hydrargyrus tubo Torricelliano, aere diligenter purgatus ad altitudinem digitorum 70 vel 75, in aere aperto ſuſtinetur.

Huic addi poteſt illud, quo hydrargyrus item aere expurgatus ſuſpenditur in vacuo, quod refert diligens ille & ingenioſus cultor philoſophiæ experimentalis, Dionyſius Papinus, in libello cui titulus *Continuation du Digeſteur*. Mitto experimentum aquæ aere purgatæ ſuſpenſæ in vacuo, eodem libro memoratum; quod inter iſtud & noſtrum ſupra poſitum parum admodum diſcriminis interſit, ſummitate ſcilicet fornicata tubi Papiniani in vicem capillaris extremitatis tubi noſtri ſuccedente. At nequaquam prætereunda ſunt experimenta Hugenii, quæ à nobiliſſimo illo viro expoſita ſunt in Actis Philoſoph. N° 86, de cohæſione ſatis valida marmorum politorum in campana aere vacua, item de fluxu per ſiphonem cruribus inæqualibus, tum aquæ, tum hydrargyri, utriuſque autem aere purgati, in vacuo, perſeverante: quæ omnia vir cl. ope principii ejuſdem & eundem fere in modum explicat, atque nos explicuimus experimentum ſupra memoratum. Quod ſi in dubium vocet aliquis, an re ipſa exiſtat in rerum natura tale medium, velim eum iſta conſulere, quæ poſuit Illuſtriſſimus Newtonus in Quæſtonibus ad Optices finem adjectis.

Pergo

Pergo jam exponere quædam experimenta hydrargyro facta, quæ cum nuper inſtituerem præſente nobiliſſima hac Societate, eventus eorum plane contrarius reperiebatur experimentis aqua factis a cl. Tayloro, Hauksbeio & meipſo. His autem fretus non verear dicere totam theoriam iſtiuſmodi phænômenon ſequentibus propoſitionibus contineri, quarum certitudo experimentis ad ſingulas adjectis confirmatur.

Propositio I.

Particulæ aquæ attrahunt ſe invicem.

Hoc, puto, omnibus conſtat, ut nulla demonſtratione egeat; cum ex forma ſphærica guttarum pluviæ, & coitione binarum guttularum, quam primum ſeſe contingunt, manifeſto ſequatur.

Propositio II.

Particulæ hydrargyri ſe invicem attrahunt.

Hoc item manifeſto patet ex figura ſphærica, in quam ſeſe componit gutta hydrargyri in plano poſita; item ex binis ejuſdem guttis ad contactum mutuum in unum coeuntibus.

Propositio III.

Aqua ad vitrum attrahitur.

Aperte hoc evincitur ex omnibus noſtris ſupra poſit[illegible] ex[illegible]

PROPOSITIO IV.

Hydrargyrus ad vitrum attrahitur.

Exp. I. Si globulus argenti vivi in charta pura positus, vitri plani segmento puro contingatur; abducto sensim vitro, globulus eidem adhærebit, & una abducetur. Quod si vitrum à charta sustuleris, globulus ab eodem attolletur similem plane in modum atque ferrum à magnete; adhærebit autem globulus vitro superficie plana satis magna, quod vulgare microscopium luculenter ostendet: Tum si vitrum situ obliquo teneas, volvetur sensim globulus hydrargyri per superficiem vitri inferiorem, usque ad ipsam extremitatem ejusdem, ubi ut antea suspendetur.

Exp. II. Si guttula mercurii major in charta jaceat, eamque ex adversis partibus contingant vitra bina; abductis sensim vitris à se invicem, guttula utrique vitro adhærebit, & ex forma sphærica in ovalem abducetur, transeunte axe ovalis longiore per medias superficies, quibus guttula vitrum tangit.

PROPOSITIO V.

Particulæ aquæ ad vitrum fortius attrahuntur, quam ad se invicem.

Manifesto id apparet ex ascensu aquæ in tubos capillares. Nam ubi ascendere incipit aqua in tubum capillarem, omnes aquæ particulæ, quæ tangunt annularem superficiem imi vitri, abierint necesse est ex contactu reliquæ aquæ, & contra gravitatis vim ascenderint, quo in vitri contactum venirent.

venirent. Eodem modo facile explicantur reliqua experimenta Taylori, Hauksbeii & mea. Nam si diligenter ad examen exigantur, in omnibus reperietur aliquas aquæ particulas à contactu reliquæ aquæ recedere & vitro conjungi.

Propositio VI.

Particulæ Hydrargyri fortius ad se invicem, quam ad vitrum trahuntur.

Exp. 1. *Tab.* II. *Fig.* 5. Si tubus angustior, AB, utrinque apertus, immergatur in vas vitreum hydrargyro plenum, contingat autem tubus latus vasculi, quo mercurius intra eundem conspici queat; intrabit quidem mercurius intra tubum, subsistet tamen ad altitudinem aliquam, ut C E, infra superficiem hydrargyri in vasculo, C D; erit autem altitudo ista C E in ratione reciproca diametri tubi.

In isto experimento columna hydrargyri in vasculo, altitudine C E, nititur impellere hydrargyrum sursum intra tubum; & quoniam supra ostensum est vitrum ad se attrahere mercurium, attractio superficiei istius annularis intra tubum, quæ summitatem hydrargyri contingit, ipsa quoque conabitur hydrargyrum sursum attollere. Contra, impedit ascensum mercurii ea vis, qua particulæ intra tubum ascensuræ retrahuntur attractione reliqui mercurii, quem à lateribus contingunt. Librat autem ea vis non solum attractionem vitri, sed etiam pondus columnæ mercurialis altitudine C E; & proinde multo fortior est ista vis attractione vitri.

Causa itaque, quæ sustinet pondus columnæ mercurialis altitudine C E, cum sit differentia inter attractionem superficiei annularis tubi ad E, & attractionem æqualis superficiei mercurij in vas-

culo, à quo recedat necesse est mercurius intra tubum ascensurus, quo in vitri contactum perveniat: dicta inquam causa necessario proportionalis erit isti superficiei annulari, hoc est, diametro tubi. Quoniam vero columna mercurialis suspensa proportionalis sit necesse est causæ eandem suspendenti, erit etiam ista columna in ratione ejusdem diametri. Atqui columna suspensa est in ratione composita ex ratione duplicata diametri & simplici altitudinis C E: unde sequitur esse altitudinem istam C E in ratione reciproca diametri: quod etiam experimentis deprehenditur.

Experimentum aquæ ascendentis in tubulum capillarem huic e directo contrarium est.

Exp. 2. *Tab.* II. *Fig.* 6. Infuso hydrargyro in siphonem inversum A C B, cruribus diametro inæqualibus, altitudo C E mercurii in crure ampliore C B, major est altitudine C D, ad quam attollitur hydrargyrus in crure angustiore C A.

E contrario, aqua altius attollitur in crure angustiore.

Exp. 3. *Tab.* II. *Fig.* 7. A B C D exhibet planum vitreum rectangulare, quo clauditur unum latus capsulæ ligneæ quadratæ. Planum istud intus contingit in latere A C aliud æquale planum vitreum, ita ut angulus parvus intercipiatur inter bina plana. In hanc capsulam infuso hydrargyro ad altitudinem quamvis C E, eoq; permeante inter bina plana vitrea, & sese attollente ad majorem minoremve altitudinem pro majore aut minore vitrorum intercapedine, formatur inde hyperbola vulgaris C G F; cujus altera asymptotos est linea E F, qua superficies mercurii in capsula contingit vitrum interius, altera autem est linea

A C,

A C, qua plana ſeſe invicem tangunt. Hyperbola iſta cum ab ingenioſiſſimo Hauksbeio & meipſo ad accuratum examen vocaretur, reperiebatur rectangulum E H G, ubicunque ſumptum, ſibi ipſi ſemper æquale; nempe cum angulus mediocris interciperetur inter plana. Is autem ubi eſſet admodum parvus, oriebatur inde notabilis variatio rectanguli, nempe quod planorum licet politiſſimorum inæqualitates minimæ ad perparvam vitrorum diſtantiam rationem ſenſibilem obtinerent. Unde ortum videtur, ut id obiter dicam, quod abluderent ab hyperbolæ ordinatis ordinatæ ab ſeniore Hauksbeio inventæ, cum curvam ſitu contrario, ex planis binis vitreis ſimili modo conjunctis & in ſpiritum vini immerſis ortam examinaret.

Exp. 4. *Tab.* II. *Fig.* 8. Signat A B ſectionem perpendicularem per plana bina vitrea conjuncta invicem ad A, & intercipientia angulum parvum, cujus apertura cernitur ad B. C repræſentat guttam majorem hydrargyri, quæ pondere ſuo deſcendit uſq; ad C, cum plana ſitum erectum obtinent, vertice anguli A deorſum ſpectante; eadem vero gutta recedit a contactu planorum ad D, cum plana inclinantur verſus horizontem; & efficitur diſtantia C D major, minorve, prout plana magis, aut minus vergunt ad ſitum horizontalem.

Oleoſi aut aquoſi liquoris gutta in partes contrarias movetur, quod a Cl. Hauksbeio oſtenſum eſt.

Exp. 5. *Tab.* II. *Fig.* 9. Sit A B tubus utrinq; apertus, longitudine pedis unius, duorumve, cujus pars infima terminatur tubulo capillari B. Hic tubus ſi mercurio impleatur, integra columna

mercurialis ſuſtinebitur in tubo, modo ſatis tenue ſit acumen B. Atqui ſi mercurius ad oſculum B conſtitutus admoveatur ad alium mercurium, puta ad guttulam in menſa jacentem, confeſtim defluet mercurius ex tubo. Quod ſi abſq; tali contactu abrumpatur minima portio tubuli B, effluet ſtatim hydrargyrus, donec ad minorem aliquam altitudinem, ut B C, in tubo ſubſederit; ibi vero iterum ſubſiſtet, & erit altitudo B C proxima in reciproca ratione diametri tubuli capillaris.

Septimum experimentum prioris noſtræ diſſertationis huic è converſo reſpondet.

Exp. 6. Tab. II. *Fig.* 10. Hoc priori ſimile eſt; adhibetur autem infundibulum amplum vitreum A B, vice tubi. Hujus oppoſitum eſt Experimentum 13 ejuſdem diſſertationis.

In omnibus his experimentis facile perſpicitur eventum oriri ex differentia binarum attractionum, quarum altera mercurius ad vitrum, altera ad alium mercurium trahitur; quum attractiones illæ ubique ſibi invicem reſiſtant; adeo ut minime neceſſe ſit iſta omnia ſigillatim explicare. Præſertim, cum nihil videamus, quod attentum lectorem morari poſſit, niſi forſan teneatur ſcrupulo ſequenti, quem in ejus gratiam breviter expediemus.

In experimentis ad confirmandam propoſitionem quartam adductis, globulus hydrargyri adhæret vitro per ſuperficiem planam: id autem fieri non poteſt, quin augeatur globuli iſtius ſuperficies; unde neceſſe eſt particulæ aliquæ mercuriales ex aliarum contactu recedant. Si itaq; fortius ad ſe invicem quam ad vitrum trahuntur hæ particulæ; cur non recedunt à vitro, & in figuram perfecte ſphæricam formantur, ut omnes ſeſe invicem, quantum fieri poteſt, contingant? Re-

poni

poni poteſt vim eam, qua mercurius ſive ad vitrum, ſive ad alium mercurium trahatur, proportionalem eſſe ſuperficiei attrahenti; itaq; etiamſi cæteris paribus, minus fortiter trahatur hydrargyrus ad vitrum, quam ad alium hydrargyrum, tamen cum in caſu præſenti multo plures ſint particulæ mercuriales quæ in vitri contactum perveniant, quam quæ ab aliarum contactu diſcedant, minime mirandum eſſe ſi vincat vitri attractio, adeoq; globulus eidem adhæreſcat. Particulæ enim mercuriales, quæ a contactu reliqui mercurii recedunt, eæ ſolæ ſunt quæ conſtituunt differentiam ſuperficiei orientem ex mutati globuli figura: at in vitri contactum veniunt omnes particulæ conſtituentes planam illam ſuperficiem, qua globulus vitro cohæret.

Pertinet autem iſta conſideratio ad explicandam ſuſpenſionem hydrargyri in tubis vitreis, ſive ad altitudinem extraordinariam in aere aperto, ſive ad minorem in vacuo, ut ante dictum eſt. Cum enim ipſa tubi ſummitas figura ſit ſphærica, aut ad ſphæricam proxime accedente, facile demonſtratu eſt contactum mercurii cum iſta ſummitate, ad augmentum contactus particularum mercurialium inter ſe, quod oriri poſſit ex receſſu mercurii a ſummitate tubi per minimum ſpatium, rationem infinitam obtinere: unde ſequitur contactum mercurii cum ſummo tubo eſſe unam ex cauſis ejus ſuſpenſionis.

Corollarium 1. Patet ex iſta propoſitione hydrargyrum in anguſtioribus barometrorum tubis ad minorem altitudinem aſcenſurum, ac in amplioribus. Unde explicatur phænomenon a Cl. de la Hire toties expoſitum in Actis Pariſienſibus: quod nempe in barometro iſto, quod adhibere perpetuo conſueverat in annuis ſuis obſervationibus,

bus, hydrargyrus minus alte attolleretur, ac in alio ſuo barometro, tribus fere lineis cum ſemiſſe, hoc eſt, tertia circiter parte digiti Londinenſis. Nam perangustum eſſe tubum iſtius barometri ipſe teſtatur. Adeo ut nil neceſſe ſit rem deducere ad peculiarem aliquam qualitatem ſive ipſius mercurii, ſive vitri unde confectus ſit iſte tubus, aut ad aeris minimum in tubo relictum: ex quibus cauſis, aut earum aliqua, phænomenon iſtud & quædam alia ejuſdem generis proficiſci fuerat ſuſpicio. *

Coroll. 2. In tubo barometrico anguſtiore mercurius non reſpondebit accurate mutationibus ponderis atmoſphæræ, ſive in aſcenſu, ſive in deſcenſu. Nam cum altitudo mercurii, ex ſupradictis, partim pendeat ex diametro ejus partis tubi, quam attingit ſumma mercurii ſuperficies, patet minimas inæqualitates, quibus tubus nullus carere poteſt, majorem habituras eſſe rationem ad diametrum tubi, & proinde magis mutaturos altitudinem hydrargyri in tubo anguſtiore, quam in ampliore. Qua ex cauſa oriri cenſeo, quod adeo perdifficile, ne dicam impoſſibile factu reperiatur, bina conſtruere barometra, quæ ad omnes tempeſtatum mutationes accurate ſibi congruant in altitudine hydrargyri exhibenda, præſertim ſi tubi fuerint anguſtiores. Hoc autem vitii maxime cernitur in barometro pendente, quod vocant, in quo ſatis magnum ſpatium obit mercurius, dum columnæ ſuſpenſæ longitudo tantillum mutatur. Pertinet etiam ſupra dicta conſideratio ad libellas iſtas, in quibus ſive hydrargyrus, ſive aqua, aut ſpiritus vini ad parem altitudinem attolli debet in adverſis cruribus tubi inflexi: unde in omnibus iſtis inſtrumentis tubi ſatis ampli adhibendi ſunt, quo iſtud vitii, quantum fieri poteſt, minuatur.

* Memoires de l'Academ. Royale 1705, 1706, 1707.

Addita

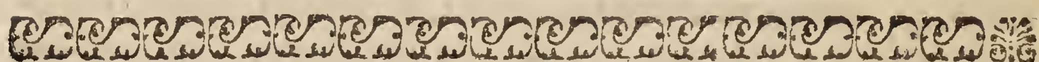
Additamentum.

IN hiſtoria Academiæ ſcientiarum Regiæ anni 1724, primum & ſecundum experimentum propoſitionis ſextæ, ratione longe diverſa explicantur à clariſſimo Domino du Fay, ſocio ejuſdem Academiæ, qui eorum eventum ex aeris preſſione deducit. Confirmat autem ſuam hypotheſin ſequente experimento. Siphoni crure altero tenuiore, altero ſatis amplo hydrargyrum infudit, eodem eventu ac in ſecundo noſtro experimento: deinde cum ſiphonem recipienti antliæ pneumaticæ indidiſſet, exhauſto aere, animadvertit hydrargyrum deſcendere in crure ampliore B C, *Tab.* II. *Fig.* 6. & attolli in crure anguſtiore A C, ut tandem altitudo hydrargyri C E altitudinem C D non niſi duodecima parte digiti Pariſienſis ſuperaret. Tantillum vero diſcriminis inter utramq; altitudinem adſcribit non injuria vir cl. preſſioni reliquiarum aeris in campana, quippe quæ perfecte exhauriri non queat. Deinde aere readmiſſo hydrargyrus ad priorem altitudinem in utroq; crure revertebatur. Hæc ſi ita ſint, actum eſt penitus de noſtra theoria.

Atqui nos ſupra oſtendimus experimenta noſtra aquea nullatenus pendere ab aeris preſſione, cum in vacuo facta ſint eodem eventu. Mercurialia autem experimenta, cum aqueis ſemper adamuſſim reſponderent, extra dubium videbatur a ſimilibus principiis proficiſci. Unde cum nulla eſſet ſuſpicio quenquam ea ſola adſcripturum preſſioni aeris, neglexeramus ea quoq; in vacuo iterare. At hac poſtea data occaſione, deeſſe penitus nobis

videremur,

videremur, nisi id fecissemus. Periculo autem facto, constanter adfirmamus idem prorsus reperiri discrimen inter altitudines mercurii C E, C D, sive in aere aperto, sive in vacuo instituatur experimentum. Unde cum de fide celeberrimi Domini du Fay minime dubitemus, necessario dubitandum est an satis accurate factum sit ejus experimentum. Suspicamur sane hydrargyrum, quo is usus sit, perexiguis bullulis aereis liberum non fuisse; eas autem, cum ex crure ampliore facile erumperent, ex angustiore vero sese expedire nequirent, hydrargyrum incumbentem C D ad eandem fere altitudinem cum C E sustulisse.



DISSERTATIO III.

Qua solvuntur dubia quædam proposita a viro clarissimo Georgio Bernhardo Bulffingero, in commentariis Academiæ scientiarum Imperialis Petropolitanæ, Tom. II. *circa theoriam in præcedentibus dissertationibus expositam.*

CUM legeremus nuper dissertationem eruditissimam cl. Bulffingeri de tubulis capillaribus, voluptatem, ut verum fateamur, non vulgarem cepimus, quod explicationem nostram istiusmodi phænomenων cæteris omnibus doctissimorum scriptorum hypothesibus, quas ibidem fusius recenset & examinat, tanto auctore videremus ante-

anteferri. Qui tamen cum ſcrupulo teneatur uno aut altero, quo minus ad ſententiam noſtram penitus accedat, videmur nobis operam viro laudatiſſimo non ingratam præſtituri, ſi hos illi eximere pro viribus conemur.

I. Primo itaq; loco diſplicere videmus viro cl. quod attractionis voce uſi ſimus ad exponendam actionem vitri in aquam ſuſpenſam; cum is dolere ſibi profitetur *miſceri & officere noſtræ*, quam vocat, *hypotheſi vulgarem de attractionibus litem.* Qua de cauſa excuſationem quandam ſubjicit ad explicationem noſtram *hoc vinculo liberandam.* Candide ſane & perhumaniter. Eam vero excuſationem nos perlibenter accipimus, quoniam tanti viri ſententia excuſatione omnino videmur indigere. Cæterum ſi attractionis loco aliam vocem, utpote congruitatem, cohæſionem, propenſionem, ſive etiam impulſum aquæ ad vitrum ſubſtitui placeat, nullam nos litem movebimus. Res modo conſtet, verba non morabimur.

Atqui ſi libuiſſet, non dico cl. Bulffingero, ſed aliis, qui has lites toties redintegrant, animum adtendere ad Newtoni verba, quo principe recepta eſt in philoſophiam iſta vox; minus profecto litibus tam frivolis laboraret reſpublica literaria. Magnus ille vir ſtatim ab initio Philoſ. Natur. Princ. Mathemat. nempe ſub finem definitionis octavæ, ſatis, ut putabat, per verba ſequentia caverat ab hujuſmodi cavillationibus. *Voces autem attractionis, impulſus, vel propenſionis cujuſcunq; in centrum, indifferenter & pro ſe mutuo promiſcue uſurpo; has vires non phyſice ſed mathematice tantum conſiderando. Unde caveat lector, ne per hujuſmodi voces cogitet me ſpeciem vel modum actionis cauſamve aut rationem phyſicam alicubi definire, vel centris (quæ ſunt puncta mathematica) vires vere & phyſice tri-*

buere; si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixero. Item sectione undecima lib. prim. significat se *considerare vires centripetas tanquam attractiones, quamvis fortasse, si physice loquamur, verius dicantur impulsus.* In scholio vero prop. LXIX libri ejusdem hæc habet. *Vocem attractionis hic generaliter usurpo pro corporum conatu quocunq; accedendi ad invicem; sive conatus iste fiat ab actione corporum, vel se mutuo petentium, vel per spiritus emissos se invicem agitantium, sive is ab actione ætheris, aut aeris, mediive cujuscunq; seu corporei seu incorporei oriatur, corpora innatantia in se invicem utcunq; impellentis.* Quod si consulantur, quæ sub finem secundæ & tertiæ editionis Principiorum, de spiritu quodam subtilissimo adjecit, liquebit tantum abesse ut Newtonus attractionem pro qualitate primaria corporum habuerit, ut ipse ejus attractionis causam data opera investigaverit. Hæc autem fusius adnotare volui non tam cl. Bulffingeri causa, qui sua sponte rem apte & candide interpretatur, sed aliorum quorundam, quibus, ad attractionis mentionem, confestim bilis movetur, quiq; ipsi eam vocem cane pejus & angue devitant, adeo ut actionem mutuam inter vitrum & aquam, si de ea forte loquendum sit, amicitiæ potius, aut consanguinitatis, vel etiam nuptiarum, si diis placet, quam attractionis nomine appellaturi videantur. Quorum contentiones & clamores tantum potuerunt, ut facta sit quasi shibboleth quædam inter philosophantes ista vox attractio.

II. Secundum scrupulum movet vir cl. ex phænomeno 46 suæ dissertationis. *Cum aqua trans tubum sugitur gracilem, idemq; madidus horizontaliter reponitur; observare licet, particulas aquæ lateribus fistulæ internis adhærentes, sensim sensimq;*

coire

coire in cylindrulos aqueos, totam internam cavitatem replentes; terminari illos vero superficiebus concavis. Hinc videtur viro laudato *concedi* non posse *fortiorem aquæ ad vitrum, quam ad seipsam, attractionem.* Expendamus ergo id phænomeni.

1. Superficies concavæ prædictæ aperte nobiscum faciunt. Quid enim prohibet harum superficierum extremitates vitro adhærentes a vitro recedere, & aquæ reliquæ conjungi, cujus attractione sollicitantur ad formandam superficiem convexam, ut omnes aqueæ particulæ ad se invicem, quantum fieri potest, accedant? Obstat nempe fortior vitri attractio.

2. Notandum est guttularum tubi madidi parietibus adhærentium duas esse superficies, alteram vitro contiguam, alteram aeri expositam, quam vocemus liberam. Cum binæ vel plures harum guttularum, quas positas esse contingit intra sphæram mutuæ attractionis, sensim coeunt & in cylindrulum formantur, fit id quidem attractione mutua aquæ ad aquam, & superficies antea liberæ, jam invicem applicantur & cohærent. Superficies autem prius vitro contiguæ adhuc eidem contiguæ sunt. Fieri quidem aliquando potest, ut minor aliquantulo sit superficies vitro cohærens cylindruli totius, quam fuerat summa contiguarum vitro superficierum ante guttularum coitionem: sed hoc abunde compensatur ex cohæsione inter se superficierum prius liberarum. Conducit ergo ad conjunctionem guttularum attractio aquæ ad aquam, nihil aut parum repugnat attractio aquæ ad vitrum. Unde hic casus reducitur ad casum guttulæ hydrargyri inter duas vitri superficies constitutæ, cujus phænomeni explicationem nostram satis fecisse video doctissimo auctori.

III. Tertia eaq; omnium gravissima difficultas oritur viro clarissimo ex phænomeno 49 suæ dissertationis, quod his verbis proponit. *Sit tubus inæqualiter amplus, & immergatur in aquam aere suo purgatam nonnihil profundius, madefiat superne tubulus in vacuo, & extrahatur aliquantum: apparebit altitudinem utriusq; aquæ simul sumptam respondere altitudini, quæ convenit tubulo angustiori, & multo majorem esse, quam quæ ampliori debetur.* Solutionem nostram hujus phænomeni, cùm in aere fit experimentum, utcunque admittit vir doctissimus. In vacuo difficillimum censet ut explicetur. Ego impossibile esse aio, cum in vacuo neque factum sit id experimentum, nec nostra sententia fieri omnino possit. At inquit, nobis auctoribus, vir cl. experimentum *etiam in vacuo succedere.* Dolet profecto virum egregium in id erroris incidisse, quod fidem haberet non nobis quidem, sed editori Epitomes Actorum Londinensium, quo libro eum usum esse videmus. Hujus enim editoris incuria & negligentia factum est, dum dissertationes nostras suo more redigere voluerit in compendium, ut crediderit cl. Bulffingerus experimentum in aere factum, quod in secunda nostra dissertatione ad erroneam viri cujusdam doctissimi opinionem de aquæ suspensione refutandam adducitur, etiam in vacuo fuisse repetitum eodem eventu; cum nos id solum dixissemus, experimentorum omnium in priori nostra dissertatione memoratorum eundem in vacuo fuisse eventum, atque in aere fuerat. Agnosco igitur vim argumentorum viri acutissimi, firmissorum sane & validissimorum, si contra factum ipsum potius, quam facti explicationem adducta fuissent: agnosco pariter summam ejus humanitatem & candorem, quod rem ab omni verisimilitudine alienam fide tamen, ut putabat, nostra credere dignatus sit.

IV. Supereſt

IV. Supereſt adhuc viro cl. ſcrupulus unus circa idem experimentum cum in aere perficitur. Quærit enim, *Cur nulla ſit mentio peripheriæ inferioris d guttulæ A d? Vid.* Fig. 2. Tab. II. *Annon dici poteſt, quantum guttula A ſurſum trahitur a contactu peripheriæ ſuperioris, tantundem trahi illam quoque deorſum a contactu inferioris? deſtruere igitur ſe invicem contrarias tractiones, & rem omnem reſolvi in peripheriam F G, quæ non ſufficiat altitudini F B? An omnino negligi debet hæc ſuperficies d deorſum trahens? &, cur eo caſu altitudo aquæ non ſit major, ob duas ſuperficies attrahentes in A & in F G? An peripheria F G ſurſum trahens, & peripheria d deorſum urgens ſemper ſibi æquivalent? & quæ cauſa eſt, ut amplior F G non pro ſua diametro trahat, ſed pro altera in d, aut vice verſa? &c.*

Sentio acumen objectionis, eamque validiſſimam eſſe fateor, ſiquidem adducatur contra phænomenon, prout a viro cl. exponitur, ubi dicitur, *altitudinem utriuſque aquæ ſimul ſumptam reſpondere altitudini, quæ convenit tubulo anguſtiori.* At iſta verba, ex viri cl. phænomeno 49 deſumpta, nullibi apud nos reperiuntur, quippe quibus propoſitum erat ope prædicti experimenti, non quidem definire ad quantam altitudinem ſuſpenderetur aqua, quod jam aliis experimentis ſatis erat compertum, ſed oſtendere contra ſententiam prædicti celeberrimi philoſophi, aquam, quantacunque ſuſpenderetur, virtute attractionis peripheriæ ſuperioris ſuſpendi. Nihil itaque erat neceſſe aut peripheriæ inferioris guttulæ, aut peripheriæ F G facere mentionem. Jam vero, quoniam hic ſcrupulus cl. Bulffingero obortus eſt, & alios morari poteſt; operæ pretium erit earum quoque peripheriarum vires paulo attentius conſiderare.

Hic vero ante omnia animadvertendum eſt, multo ampliorem eſſe peripheriam annularem in-

feriorem

feriorem guttulæ, peripheria ſuperiore ejuſdem, quod tubus coni in modum ſenſim vergat ex acumine capillari in amplitudinem ſatis conſpicuam. Quod ſi non conicam, ſed cylindricam eſſe contigerit ipſam tubi extremitatem, labetur guttula deorſum per minimum ſpatium, donec ſuperior ejus ſuperficies in parte cylindrica conſtituta fuerit, & inferior ſuperficies ejuſdem in latiori vergentis tubi peripheria ſubſiſtat. Peripheria itaque guttulæ inferior trahet quidem aquam deorſum, ſed quanto latior eſt peripheria ſuperiore, tanto minus fortiter aquam deorſum trahet, quam ſuperior eandem trahit verſus ſuperiora. Porro peripheria F G quæ ex omnibus latiſſima eſt, & ipſa aquam ſurſum trahet, ſed omnium debiliſſime.

Sit ergo *a* altitudo, ad quam peripheria ſuperior aquam ſuſpenſura ſit in tubo cylindrico; ſint etiam *b* & *c* altitudines ad quas peripheria guttulæ inferior & peripheria F G, aquam ſublaturæ ſint reſpective in tubis itidem cylindricis, pro ratione reciproca harum peripheriarum. Hinc dabitur altitudo aquæ ſuſpenſæ in tubo noſtro inæquali, demendo ex altitudine *a* differentiam altitudinum *b*, *c*.

Si iſta, quod ſperamus, cl. Bulffingero ſatisfecerint, pollicemur nobis pro candore & æquitate viri humaniſſimi, eum in poſterum explicationem noſtram horum phænomenων non amplius pro hypotheſi, ſive futili ingenii commento, ſed pro vera & indubitata eorundem theoria habiturum.

Unum monendum ſupereſt, admiſſum eſſe aliquid errati in phænomenis 22 & 49 laudatæ diſſertationis exponendis, quod vir celeberrimus ad quaſdam experimentorum noſtrorum minutias minus attentus, experimenta duo diſſimilia pro ſimilibus habuerit. Id vero ipſe vel per ſe, vel ex antedictis facile correcturus eſt.



DISSERTATIO IV.

De motu aquarum fluentium. Edita anno 1718. *in Tranſ. Phil.* N° 355.

AQuæ motum ex imi vaſis foramine defluentis ſæpe videmus, tum in ipſa re hydraulica, tum in ejus principiis ad oeconomiam animalem applicandis, aliis cum potentiis comparari. Cujus motus quantitatem cum hactenus nemo, quod ſciam, recte determinaverit, uſurpare ſolent ejus loco ſcriptores hydraulici columnæ aqueæ pondus foramini incumbentis. Quod qui faciunt, id ſane neutiquam animum advertunt fieri omnino non poſſe, ut motus aliquis cum pondere quieſcente conferatur. Poterit autem aquæ defluentis motus facili opera definiri ope theorematum ſequentium.

Tab. III. *Fig.* 1. Sit SHAHS aquæ ſuperficies infinita, CC foramen circulare in fundo factum, AB recta perpendicularis per foraminis centrum ducta, SGCCGS columna ſive cataracta aquæ per foramen CC decurrentis, SGC curva, cujus rotatione circa axem AB generatur ſolidum, ſive cataracta, SGCCGS. Aqua enim cum libere, & motu accelerato deſcendat ad normam corporum omnium gravium, neceſſariò in minorem amplitudinem contrahitur, prout majorem velocitatem acquirit inter cadendum, & profluit tandem ex foramine CC ea cum velocitate, quæ cadendo ab altitudine AB comparatur.

Velocitas

Velocitas autem corporis gravis cadendo genita, ex *Galilæi* demonſtratis, rationem obtinet ſubduplicatam altitudinis, unde cecidit. Quare, ſi ducatur ad curvam S G C ordinata quævis DE, atque ipſa D E vocetur y, & A D x, exponetur velocitas aquæ in ſectione E E per $\sqrt{x}$, & factum ex ea velocitate ducta in ipſam ſectionem per $\sqrt{x} \times y^2$.

Quod factum eſt ut moles aquæ dato temporis ſpatio per eam ſectionem tranſeuntis; cumque eadem aquæ moles dato tempore per ſingulas cataractæ ſectiones tranſeat, proinde factum iſtud perpetuo ſibi conſtabit, eritque $\sqrt{x} \times y^2 = 1$, & $xy^4 = 1$.

Quæ eſt æquatio curvæ S G C, cujus partem, intra datum vas comprehenſam, delineavit, ejuſdemque æquationem non obſcure indicavit magnus *Newtonus*, *Prop.* 36. *Libr.* 2. *Princip.* qui primus omnium veram aquæ effluentis velocitatem, ex genuinis principiis deductam, orbi literato expoſuit.

Eſt autem ipſa curva hyperboloeides quarti ordinis, cujus altera aſymptotos eſt recta A S ad horizontem parallela, altera A B eidem perpendicularis.

Hujus poteſtas eſt quadrato-cubus ordinatæ F G, ductæ ad punctum G, ubi recta A G, biſecans angulum ab aſymptotis comprehenſum, curvæ occurrit.

Spatium S A D E S, inter curvam S G E, ordinatam D E & aſymptotos A D, A S incluſum, æquale eſt quatuor partibus tertiis rectanguli H D, ſub abſciſſa A D & ordinata D E contenti. Eſtque proinde ſpatium S H E pars tertia ejuſdem rectanguli.

Solidum S G E E G S, convolutione ſpatii S A D E S, circa axem A D generatum, duplum eſt cylindri incumbentis ſectioni E E. Unde ſolidum cavum, quod gignit converſio ſpatii S H E G S,

circa

circa eundem axem, cylindro incumbenti æquale eſt. Quæ omnia facili calculo inveniuntur per methodum fluxionum inverſam.

Theorema I.

Aqua ex vaſe amplitudinis infinitæ, per foramen circulare in fundo factum, decurrente, motus totius cataractæ aqueæ horizontem verſus æqualis eſt motui cylindri aquei, ſub ipſo foramine & altitudine aquæ, cujus velocitas æquet velocitatem aquæ per foramen effluentis; vel æqualis eſt motui molis aquæ, quæ dato quovis tempore effluit, cujus ea ſit velocitas, qua percurratur eodem dato tempore ſpatium æquale altitudini aquæ.

Demonſtratio primæ partis.

Ducatur ad curvam S G C alia ordinata *d e*, priori D E quam proxima.

Curva circa axem A B converſa, generabunt ordinatæ D E, *d e*, circulos duos, quibus intercipitur ſolidum naſcens E E *e e*. Id ſolidum æquale eſt facto ex altitudine D *d* ducta in ſectionem E E, & motus ejus æquatur facto ex ipſo ſolido ducto in velocitatem ejuſdem, ſive facto ex altitudine D *d*, ſectione E E, & velocitate aquæ in ea ſectione. Cumque ſupra oſtenſum ſit, factum ex quavis ſectione cataractæ & velocitate aquæ in ea ſectione, quantitatem eſſe conſtantem; erit proinde motus totius cataractæ æqualis facto ex quantitate illa conſtante ducta in ſummam omnium altitudinum D *d*, ſive in ipſam A B, hoc eſt, motui cylindri ſub ipſo foramine & altitudine aquæ, cujus velocitas æquet velocitatem aquæ per foramen effluentis. Q. E. D.

Coroll. 1. Data altitudine aquæ, erit motus cataractæ in ratione foraminis.

2. Dato foramine, erit motus cataractæ in ratione ſeſcuplicata altitudinis, ſive in ratione triplicata velocitatis, qua aqua per foramen exit.

3. Dato motu cataractæ, erit foramen reciprocè in ratione ſeſcuplicata altitudinis, vel reciprocè in ratione velocitatis triplicatâ.

Demonſtratio ſecundæ partis.

Moles aquæ dato tempore effluentis eſt ad cylindrum ſub ipſo foramine & altitudine aquæ, ut longitudo quam aqua effluens æquabili velocitate dato iſto tempore percurſura ſit, ad altitudinem aquæ. Cumque velocitas, quæ tribuitur moli aquæ effluentis, ſit ad velocitatem cylindri reciproce in eadem ratione, erunt motuum quantitates utrinque æquales. Q. E. D.

Coroll. 1. Data altitudine aquæ & mole effluente, motus cataractæ eſt in ratione inverſa temporis, quo iſta moles effluit.

2. Data altitudine & tempore, motus cataractæ eſt ut moles aquæ tempore iſto effluentis.

3. Dato tempore & mole aquæ effluentis, erit motus cataractæ in ratione altitudinis.

4. Dato motu cataractæ & altitudine, moles effluens eſt in ratione temporis.

5. Dato cataractæ motu & mole aquæ effluentis, altitudo eſt ut tempus.

6. Dato tempore & motu cataractæ, erit aquæ effluentis moles reciprocè ut altitudo.

THEOREMA II.

Tab. III. *Fig.* 2. Si capiatur BA, quæ ſit ad BD, ut DG^4 ad $DG^4 - BC^4$; aqua decurrente

ex

ex dato vaſe cylindrico ſemper pleno G G E E, per foramen circulare C C in fundo medio factum, motus cataractæ aqueæ horizontem verſus æqualis erit motui cylindri ſub foramine & altitudine AB, cujus velocitas æquet velocitatem aquæ per foramen exeuntis; vel erit æqualis motui molis aquæ quæ dato quovis tempore effluit, cujuſque ea ſit velocitas, qua percurratur eodem dato tempore ſpatium æquale altitudini A B.

Demonſtratio primæ partis.

Ducatur A S ipſi D G parallela, & aſymptotis A S, A B, per puncta G, C deſcripta concipiatur curva *Newtoniana* S G C.

Ut conſtet aquæ altitudo, ſupplendus eſt exeuntis locus cylindro aqueo *g g* G G, deſcendente cum ea velocitate uniformi, quæ acquiritur cadendo ab A ad D, quemadmodum docet vir incomparabilis propoſitione prædicta.

Motui hujus cylindri æquatur, per theorema ſuperius, motus cataractæ S S G G. Ergo motus aquæ deſcendentis, cum ſit compoſitus ex motu cylindri aquei *g g* G G, & motu cataractæ G G C C, æqualis eſt motui cataractæ integræ S G C C G S, *h. e.* per theorema primum, motui cylindri aquei ſub foramine & altitudine A B, cujus velocitas æqualis ſit velocitati aquæ per foramen decurrentis. Q. E. D.

Pars ſecunda ſequitur ex priore.

Coroll. 1. Oriuntur hinc omnia propoſitionis præcedentis corollaria, ſubſtituendo altitudinem A B, pro aquæ altitudine.

2. Si vas alia figura fuerit, atque cylindrica; aut foraminis figura pro circulari fuerit quadrata, triangularis, vel qualiſcunque; aut ipſum foramen non ſit in medio fundo ſitum, vel etiam in latere

vaſis factum; idem erit motus cataractæ, ſcilicet æqualis motui priſmatis aquei ſub foramine & altitudine A B, cujus velocitas par ſit velocitati aquæ effluentis. Nam eadem aquæ moles, cum eadem velocitate atque in priori hypotheſi, tum per ipſum foramen, tum per ſingulas cataractæ ſectiones tranſibit.

3. Si vaſis diameter per magnam rationem obtineat ad diametrum foraminis, negligi poterit altitudo A D, & vaſis ipſius altitudo pro altitudine cylindri, vel priſmatis aquei, uſurpari.

Hactenus caſum illum particularem, quo aqua, gravitatis vi, ex vaſe defluit, ſeorſim conſideravimus. Id eo fecimus lubentius, tum quod illum fere ſolum adhibere ſoleant mathematici, quoties agitur de fluidorum impetu, tum quod curvæ hyperbolicæ ſupra expoſitam proprietatem, qua cataractam aquæ deſcendentis formare poteſt, non indignam cenſeamus contemplatione geometrarum. Alioqui potuiſſet iſte caſus nullo negotio deduci ex theoremate generali, quod proximo loco proponemus.

THEOREMA III.

Tab. III. *Fig.* 3. Aqua fluente per canalem plenum quemcunque A B C D ſecundum lineam E F, cui ſit perpendiculare utrumque canalis orificium A B & C D, motus aquæ verſus orificium C D, ſive motus impedimenti, quod in ipſo orificio oppoſitum ſiſtat motum totius aquæ, æqualis eſt motui priſmatis aquei ſub qualibet ſectione canalis C H & linea directionis, ſive longitudine canalis E F, quod priſma moveatur eadem cum velocitate, qua aqua fluit per iſtam ſectionem: ſive æqualis motui molis aquæ, quæ dato quovis tempore effluit ex canali, cujuſque ea ſit velocitas, qua percurratur eodem dato tempore ſpatium æquale longitudini canalis.

Caſ. 1.

Caſ. 1. Sit linea directionis recta quævis E F. Facile demonſtratur pars prima eodem modo, quo theorema primum. Eſt enim factum ex quavis ſectione canalis C H, & aquæ velocitate in ea ſectione, quantitas conſtans.

Pars ſecunda ſequitur ex prima.

Caſ. 2. *Tab.* III. *Fig.* 4. Si linea directionis A B C D E, ex pluribus rectis A B, B C, C D, D E, ad ſeſe invicem inclinatis ſit compoſita, idem erit aquæ motus. Nam motus aquæ in toto canali compoſito A B C D E, conficitur ex motibus aquæ in partibus canalis A B, B C, C D, D E, additis ſibi invicem. Statuimus autem aquam fluentem ſecundum rectam A B, mutata iſta directione in aliam, qua feratur ſecundum rectam B C, nihil ex motu deperdere. Leges enim illas, quæ in motu corporum ſolidorum obſervantur, quoties eorundem directio mutatur, fluida non ſequuntur. Alioqui fluidum, mutata directione in aliam priori perpendicularem, penitus ſiſteretur, quod experimentis neutiquam deprehenditur. Aqua porro ex vaſis foramine exiliens, ſive deorſum, ſive ſecundum horizontis planum, ſive recta ſurſum feratur, eandem obtinet velocitatem. Quod ſi aliquando vel ratiocinio ſubtiliori, vel experimentis innoteſcet, aliquam motus imminutionem ex mutata directione proficiſci, erit ejuſdem ratio habenda.

Si curva fuerit linea directionis A B, referetur ad hunc caſum, quippe quæ ex pluribus rectulis confecta concipi queat. *Tab.* III. *Fig.* 5.

Caſ. 3. *Tab.* III. *Fig.* 6. Si diviſus fuerit canalis A B in plures ramos B C, B D, B E, longitudine æquales, eadem ratione invenietur aquæ motus,

tus, usurpando pro linea directionis longitudinem ABD, compositam ex longitudine canalis principis AB, & longitudine cujusvis rami BD. Perinde autem est, sive aqua à canali principe versus ramos, sive à ramis fluxerit versus principem canalem. Quod si rami fuerint inæquales, inveniendus est motus aquæ in singulis ramis, adhibendo pro linea directionis longitudinem confectam ex longitudine cujusque rami, & longitudine principis canalis.

Nullo negotio deducitur ex casu secundo.

Cas. 4. *Tab.* III. *Fig.* 7. Si rami æquales, in quos distributus est canalis AB, iterum in canalem unicum FG colligantur, ad motum aquæ inveniendum adhibenda est pro linea directionis longitudo integra ABDFG, confecta ex longitudine principis canalis AB, rami cujusvis BDF, & canalis recompositi FG. Si rami sint inæquales, inveniendus est in singulis aquæ motus, & eorum motuum summa motui aquæ in canali recomposito addendus. Sequitur ex casu 2 & 3.

Coroll. 1. Data longitudine canalis, & qualibet sectione ejusdem, erit motus aquæ in ratione velocitatis, qua aqua fluit per istam sectionem.

2. Data quavis sectione, & velocitate aquæ sectionem istam præterfluentis, erit motus aquæ ut longitudo canalis.

3. Data canalis longitudine, & velocitate aquæ in quavis sectione, erit aquæ motus in ratione illius sectionis.

4. Dato motu aquæ, & aliqua sectione, erit longitudo canalis in ratione inversa velocitatis.

5. Dato aquæ motu, & longitudine canalis, erit sectio quævis reciprocè ut velocitas.

6. Data

6. Data velocitate in qualibet ſectione, & motu aquæ, erit iſta ſectio in ratione reciproca longitudinis.

7. Data longitudine canalis,& mole aquæ certo quovis tempore effluentis, erit aquæ motus reciprocè ut iſtud tempus.

8. Data canalis longitudine, & tempore, erit aquæ motus ut moles effluens.

9. Dato tempore, & mole aquæ effluentis, erit aquæ motus ut longitudo canalis.

10. Dato motu aquæ, & longitudine canalis, moles effluens eſt in ratione temporis.

11. Dato aquæ motu, & mole effluente, erit tempus ut longitudo canalis.

12. Dato tempore, & motu aquæ, erit moles effluens reciproce ut longitudo canalis.

13. Si binæ moles aquæ motu contrario in directum occurrant, & pares ſint utrinque tum ſuperficies quibus in ſe invicem impingant, tum velocitates quibus iſtæ ſuperficies in adverſum moveantur, fuerit autem altera moles aquæ guttulæ uni æqualis, altera aqua omnis oceano contenta, vel etiam quantitas aquæ infinita; fieri poteſt ut una iſta guttula aquam omnem oceani, vel quantitatem aquæ infinitam, non ſolum ſuſtineat, ſed poſt occurſum, eadem ac prius velocitate, ipſa in plagam eandem moveri pergat, eadem illam in partes contrarias repellat. Quod eſt mirabile paradoxon in re hydraulica.

14. Si certa moles aquæ, per canalem ex tubis duobus cylindricis, diametro inæqualibus, compoſitum, à tubo ampliore verſus anguſtiorem fluat,& motus aquæ neque minuatur inter fluendum neque augeatur, ſimul ac prima pars aquæ tubi minoris initium ingreſſa fuerit, ſtatim tardius fluere incipiet, & continuato effluxu ex tubo latiore in anguſtiorem, gradatim magis retardabitur aqua

in

in tubo anguſtiore, uſque dum tota in eum tubum pervenerit. Contrario modo res eveniet, fluente aqua à tubo minore verſus ampliorem. Quod eſt alterum paradoxon in re hydraulica. Ponitur autem in utroq; aqua ubique ſibi cohærere.

Oriuntur bina iſta corollaria ex caſu 1.

15. Ex caſu ſecundo datur methodus æſtimandi motum ſanguinis in qualibet arteria.

16. Datis quibuſcunque arteriis binis, æqualem ſanguinis molem tranſmittentibus, major eſt impetus ſanguinis in arteria à corde remotiore quam in propiore. Quod eſt paradoxon notatu dignum in oeconomia animali.

17. Ex caſu tertio oritur alterum paradoxon in oeconomia animali, nempe majorem eſſe ſanguinis motum ſive impetum, in arteriis omnibus capillaribus ſimul ſumptis, quam in ipſa aorta. Item, major eſt in capillaribus venis, quam arteriis.

18. Ex caſu quarto deducitur methodus definiendi motum ſanguinis in quavis vena.

19. Ex eodem deducitur tertium in oeconomia animali paradoxon, nempe majorem eſſe ſanguinis impetum in vena quavis, quam in arteria ei venæ reſpondente, & proinde majorem eſſe in vena cava, quam in aorta.

Problema I.

Invenire motum aeris ex pulmone effluentis.

Sit l = Longitudo totius ductus aerei, ab ore & naribus ad extremos ramos tracheæ.

q = Quantitas aeris mediocri exſpiratione ex pulmone emiſſa.

Q = Aeris copia validiſſima exſpiratione expulſi.

t = Tempus mediocris exſpirationis.

T = Tempus exſpirationis fortiſſimæ.

Inde,

Inde, per theorema 3, *Caſ.* 3, motus aeris ex pulmone effluentis, in exſpiratione mediocri $= \frac{q\,l}{t}$.

fortiſſima $= \frac{Q\,l}{T}$.

Hoc eſt, motus aeris ex pulmone exeuntis æqualis eſt motui molis aeris, quæ unica exſpiratione emittitur, cujus ea ſit velocitas, qua percurratur tempore exſpirationis longitudo totius canalis aerei. *Q. E. I.*

Aeris quantitatem exſpiratione mediocri emiſſam vir clariſſimus, *Alphonſus Borellus*, facto experimento 18 circiter, vel 20 digitis cubicis definit. Eſt autem diverſa, non ſolum in diverſis hominibus, ſed etiam temporibus diverſis, in homine eodem. Ipſe experimentum in hunc modum inſtitui.

Veſicæ madefactæ à parte inferiore pondus appendebam, & aptato eidem ſuperius tubo vitreo diametro circiter digitali, naribus obturatis, aerem veſicæ leniter inſpirabam, per ſpatium trium minutorum ſecundorum, pondere interim in menſa quieſcente. Poſtea veſicam cum aere incluſo & pondere appenſo, ſub aquam in vaſe cylindrico contentam, demergebam, notata diligenter altitudine, ad quam aqua attollebatur. Deinde, aere ex veſica expreſſo, iterum eandem cum pondere in aquam immittebam. Quod cum eſſet factum, facile inveniebatur aquæ moles, quæ vaſi infuſa altitudinem prius notatam conficeret. Experimento decies repetito, & additis ſibi invicem quantitatibus ſingulis inventis, earum decima, ſive media moles aquæ vaſi infuſa, reperiebatur 35 digitis cubicis æqualis. Quæ moles eſt aeris veſica contenti; & adjecta circiter parte duodecima, ſeu 3 digitis cubicis, ob aeris condenſationem à frigore aquæ factam, cum tempeſtas fuerit hye-

malis, efficiuntur 38 digiti cubici. Præterea addendum eſt tantillum, tum propter aquæ preſſionem in veſicam, tum ob vaporem, qui cum halitu emittitur, in humorem coactum; quod fiat neceſſe eſt ex frigore aquæ, & veſicæ madidæ contactu. Æſtimavi igitur aeris copiam, leni exſpiratione emiſſam tempore trium minutorum ſecundorum, numero rotundo 40 digitorum cubicorum.

In exſpiratione validiſſima exſpirabam digitos cubicos 125, tempore minuti ſecundi unius.

Hujuſmodi autem exſpiratione, cum vehementi pulmonis contentione ad ſtrangulatum fere continuata, 220 digitos cubicos ex pectore emittebam. Unde patet, ut id obiter moneam, multo plus aeris in pectore ſupereſſe, quam unica exſpiratione mediocri emitti.

Si ergo ponatur $l = 2$ pedes

$q = 40$ digiti cubici

$Q = 125$ digiti cubici

$t = 3''$

$T = 1''$

Aeris gravitas ſpecifica ad gravitatem aquæ, ut 1 ad 1000.

Pes aquæ cubicus = 1000 unc. *Avoirdupoids.*

Erit motus mediocris aeris pulmone exeuntis æqualis motui ponderis ſeſquidrachmæ circiter, quod percurrat digitum unum minuto ſecundo; vel motui ponderis grani $1\frac{1}{3}$, quod eodem tempore conficiat longitudinem 5 pedum & 6 digitorum. Quæ eſt fere velocitas aeris per laryngem effluentis, poſita laryngis ſectione = $\frac{1}{5}$ digiti quadrati.

Motus maximus aeris pectore expulſi æquatur motui ponderis unciæ $1\frac{3}{4}$ circiter, percurrentis

digitum unum minuto ſecundo; ſive motui ponderis grani 1 $\frac{1}{3}$ percurrentis eodem tempore 52 pedes. Quæ eſt velocitas aeris in fortiſſima exſpiratione per laryngem erumpentis.

Coroll. 1. Data aeris copia & longitudine canalis aerei, motus aeris eſt in ratione inverſa temporis exſpirandi.

2. Data mole aeris & tempore, erit motus in ratione directa longitudinis.

3. Data longitudine & tempore, motus eſt ut aeris copia.

4. Dato motu & aeris copia, erit longitudo in ratione directa temporis.

5. Dato motu & longitudine, erit aeris moles directe ut tempus.

6. Dato motu & tempore, erit aeris moles reciproce ut longitudo canalis aerei.

7. Motus aeris eſt in ratione compoſita ex ratione quadruplicata diametri cujuſvis homologæ ipſius animalis, & ratione inverſa temporis exſpirandi; vel in ratione compoſita ex ratione ponderis totius animalis, ratione ejuſdem ponderis ſubtriplicata, & ratione temporis reciproca.

Nam pondus animalis, diametri cujuſvis homologæ cubus, & moles aeris expulſi, ſunt in eadem ratione. Ponitur autem corpora animalium machinas eſſe ſimiliter factas.

Scholium. Longitudinem hic uſurpatam, vel ipſam eſſe concipies canalis aerei longitudinem, ſi rami omnes tracheæ longitudine æquales ponantur; vel mediam inter longitudines diverſas, ſi rami ſint inæquales.

PROBLEMA II.

Determinare impetum, five impreffionem, quam excipit interna pulmonum fuperficies ab aere exfpirando.

Cum actioni æqualis & contraria fit reactio; neceffe eft, ut, quanto motu urgetur ab interna pulmonum fuperficie aer exfpirandus, tanto viciffim ab aere repellatur fuperficies pulmonum.

Unde, per problema fuperius, impetus dictus in exfpiratione mediocri $= \frac{ql}{t}$

fortiffima $= \frac{Ql}{T}$. Q, E I.

Hinc, pofitis iifdem, quæ in fuperiore ponuntur, impetus mediocris aeris in pulmones æqualis eft motui ponderis drachmæ circiter $1\frac{1}{2}$, quod minuti fecundi fpatio percurrat digitum unum; vel motui ponderis 19 librarum, conficientis eodem tempore $\frac{1}{1630}$ digiti, quæ eft velocitas aeris in contactu fuperficiei pulmonis internæ. Ponimus autem cum viro doctiffimo *Jacobo Keillio* fuperficiem pulmonis internam 21900 circiter digitis quadratis æqualem.

Impetus vero maximus aeris in pulmones æquatur motui ponderis unciæ circiter $1\frac{3}{4}$ percurrentis digitum unum minuto fecundo; vel motui ponderis 19 librarum, quod partem $\frac{1}{175}$ digiti conficiat eodem tempore. Quæ eft aeris velocitas ad fuperficiem pulmonis in exfpiratione vehementi.

Coroll. 1. Sequuntur ex hac propofitione corollaria præcedenti fubjuncta.

2. Impetus

2. Impetus mediocris incumbens in partem ſuperficiei pulmonis, quæ ſit ipſi laryngis ſectioni æqualis, eſt motus ponderis $\frac{1}{1230}$ grani, conficientis digiti ſpatium minuto ſecundo; vel motus grani $1\frac{1}{3}$ quod eodem tempore percurrat digiti partem $\frac{1}{1630}$. Impetus autem maximus in parem ſuperficiem eſt motus ponderis $\frac{1}{130}$ partis grani quod digitum unum; vel motus ponderis grani $1\frac{1}{3}$ quod $\frac{1}{175}$ digiti ſingulis minutis ſecundis conficiat.

3. Impetus aeris in mediocri exſpiratione in pulmones impreſſus, æquatur motui columnæ aqueæ percurrentis digitum unum minuto ſecundo, cujus columnæ baſis eſt ipſa pulmonum ſuperficies interna, altitudo autem eſt fere $\frac{1}{70000}$. digiti. Eſtque columnæ altitudo pars $\frac{1}{7000}$ digiti, in exſpiratione omnium vehementiſſima.

4. Impetus incumbens in ſuperficiem parem circulo maximo globuli ſanguinei, in leni exſpiratione, eſt pars circiter $\frac{1}{23}$ ponderis globuli ſanguinei; in exſpiratione vehementi $\frac{2}{5}$ ejuſdem ponderis, percurrentis digitum unum minuto ſecundo. Qua autem ratione diametros globulorum ſanguinis dimenſus ſim, cum uſui eſſe queat ad aliorum objectorum minimorum magnitudines definiendas, libet obiter exponere. Filum argenteum, cylindricum, ſubtiliſſimum, cylindro tenui pluries circumvolvi, ut omnes convolutiones ſeſe invicem accurate contingerent: quod admotum ſubinde

ſubinde microſcopium luculenter oſtendebat. Deinde cum intercapedinem inter extremas utrinque circumvolutiones circino cepiſſem, eandem ſcalæ, quam vocant, diagonali applicabam, ſpatiumque in ſcala repertum per convolutionum numerum dividebam. Unde inventa eſt unius convolutionis latitudo, ſive ipſa fili diameter, conficere partem digiti $\frac{1}{485}$. Poſtea fili ejuſdem ſegmenta aliquot minutula plano microſcopii, cui ſanguinis parum ita erat illitum ut globuli conſpicerentur diſtincti, ſuperinſpergebam. Ea cum microſcopio contuerer, reperiebam aliquibus in locis ſegmenta fili ita commode diſpoſita, ut numerare liceret, quot globuli diametro ſegmenti opponerentur. Obſervatione autem iſta ſæpius iterata, videbatur mihi quatuor globulos ſanguineos juxta poſitos latitudinem conficere paulo minorem diametro fili.

Unde æſtimari poterit globuli ſanguinei diameter digiti parte circiter bis milleſima.

5. Impetus, quem patitur interna pulmonum ſuperficies ab aere exſpirando, minor eſt motu leniſſimi roris è cœlo decidentis.

Scholium. Neglecta eſt in ſolutione problematum duorum præcedentium impedimenti conſideratio, quod aeri ex pulmone egredienti objicitur ex affrictu laterum arteriæ tracheæ, ejuſque ramorum; cum id perparvum ſit, neque ullo experimento ſatis accurate æſtimari poſſe videatur. Nec fuimus admodum ſolliciti de rationibus numerorum exquiſitè ſervandis, cum id unum nobis propoſitum fuerit, ut methodum exponeremus æſtimandi, aliquanto certius quam videtur antehac factum, vires eas, quibus agit aer inter exſpirandum in vaſa ſanguinea ſuperficiem pulmonis internam perreptantia. Unde dignoſci poteſt,

utrum

utrum pares ſint hæ vires effectis iſtis producendis, quæ iiſdem à doctiſſimis quibuſdam ſcriptoribus medicis tribuuntur. Quod liberum eſto lectoris ſcientia mechanica & anatomica inſtructi judicium.

PROBLEMA III.

Definire impetum ſanguinis in vena cava prope dextram auriculam cordis; ſive motum ſanguinis per omnes arterias & venas fluentis, præter pulmonares.

Sit q = Quantitas ſanguinis una cordis ſyſtole in aortam projecti.

l = Longitudo media ductus integri arterio-venoſi, ratione habita ramorum longiorum & breviorum.

t = Temporis ſpatium inter binos pulſus interceptum.

Inde, per theorema 3. Caſ. 4. impetus quæſitus

$$= \frac{ql}{t}.$$

Hoc eſt, impetus ſanguinis in vena cava æquatur motui molis ſanguineæ, quæ una ſyſtole in aortam projicitur, cujus ea ſit velocitas, qua percurri queat integra arteriarum & venarum longitudo, temporis ſpatio inter binos pulſus intercepto. *Q. E. I.*

Si in corpore humano ponantur

q = 2 unciæ *Avoirdupoids.*

l = 6 pedes

$t = \frac{3''}{4}.$

Erit impetus ſanguinis in vena cava æqualis motui ponderis 12 librarum, quod digiti unius longitudinem conficiat ſingulis minutis ſecundis; ſeu motui ponderis 2 librarum, quod pari tempo-

ris

ris ſpatio percurrat pedem dimidium. Quæ eſt fere ſanguinis velocitas in cava fluentis. Ponimus autem, ex dimenſione viri doctiſſimi ſupra dicti, cavæ ſectionem dodrantem eſſe digiti quadrati.

Coroll. Oriuntur ex hoc problemate, mutatis mutandis, omnia corollaria primi problematis.

PROBLEMA IV.

Determinare motum abſolutum ſanguinis in vena cava; ſive motum ſanguinis, per omnes arterias & venas fluentis, præter pulmonares, ſublata vaſorum reſiſtentia.

Sit velocitas ſanguinis naturalis, ad eam velocitatem qua ſanguis flueret, dempta omni reſiſtentia, ut 1 ad x. Cumque per *Coroll.* ſuperioris problematis, & *Coroll.* 1. *Probl.* 1. motus ſanguinis ſit in ratione velocitatis, erit inde motus quæſitus $= \frac{xql}{t}$. *Q. E. I.*

Quod ſi proportio per experimentum à viro clariſſimo ſupra laudato inſtitutum inventa, ut veræ propinqua, admittatur, erit $x = 2.5$.

Unde, poſitis iiſdem, quæ in ſuperiore ponuntur, motus abſolutus ſanguinis in vena cava æquatur motui ponderis 30 librarum, quod minuto ſecundo longitudinem digitalem percurrat; ſive motui ponderis 2 librarum percurrentis eodem tempore pedem $1\frac{1}{4}$. Qua fere velocitate ſanguis omni reſiſtentia liber per cavam deferretur.

PROBLEMA V.

Motum ſanguinis invenire in vena pulmonari prope ſiniſtram cordis auriculam; ſive motum totius ſanguinis per pulmonem fluentis.

Præter

Præter notulas in *Probl.* 3. uſurpatas, ſit $\lambda =$ canalis arterio-venoſi pulmonici media longitudo.

Unde, per *Theor.* 3. *Caſ.* 4. invenitur motus quæſitus $= \frac{q\ \lambda}{t}$.

Hoc eſt, motus ſanguinis per pulmonem fluentis æqualis eſt motui molis ſanguineæ, quæ una ſyſtole in arteriam pulmonarem projicitur, obtinentis eam velocitatem, qua percurratur longitudo arteriarum ac venarum pulmonarium, tempore inter duos pulſus intercepto. *Q. E. I.*

Si ponatur in corpore humano $\lambda = 1\frac{1}{2}$ pes.

Erit motus ſanguinis in pulmone æqualis motui ponderis 3 librarum, percurrentis digitale ſpatium minuto ſecundo.

PROBLEMA VI.

Definire momentum ſanguinis abſolutum in vena pulmonari.

Eodem argumento, quod in *Probl.* 4. uſurpatum eſt, invenitur motus quæſitus $= 2 . 5 \times \frac{q\ \lambda}{t}$. *Q. E. I.*

Poſitis vero iiſdem quæ ſupra ponuntur, motus abſolutus ſanguinis pulmonem præterfluentis æquatur motui ponderis $7\frac{1}{2}$ librarum, quod ſingulis minutis ſecundis digiti unius ſpatium percurrat.

Scholium. Experimento *Keilliano* definita eſt proportio, quam obtinet ſanguinis per aortam ejuſque ramos fluentis velocitas naturalis, ad eam velocitatem qua ſanguis per eoſdem flueret, ſublata reſiſtentia arteriarum & ſanguinis præcedentis. Eam nos proportionem ad ſanguinem per ar-

teriam pulmonalem fluentem transtulimus. Quia vel sublata, vel imminuta secundum quamvis rationem, resistentia, quæ sanguini per utramque arteriam fluenti objicitur, necessario sanguis pariter acceleratur in utraque arteria. Id enim nisi fiat, bini cordis ventriculi aut eodem tempore non contrahentur, aut eandem sanguinis quantitatem non ejicient. Quorum utrumvis, absque summa totius machinæ perturbatione & discrimine, fieri omnino non potest.

Coroll. Ad tria problemata præcedentia.

Sequuntur hinc corollaria problemati quinto subjuncta, mutatis mutandis.

Scholium ad quatuor problemata superiora.

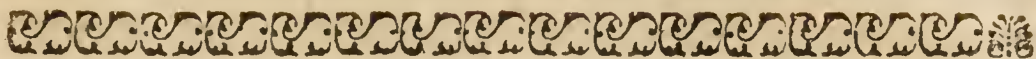
Notandum sanguinis velocitatem, tum per pulmonem, tum per reliquum corpus fluentis, cum reipsa æquabilis non sit, hic tamen talem fingi, ut motus sanguinis medius inveniatur.

Scholium generale.

Si cui numeri minus accurati videantur, qui sparsim characteribus speciosis apponuntur, poterit ille facili opera, inventis per experimenta numeris qui propius ad verum accedant, motuum exempla supra posita, vel propositionum ipsarum vel corollariorum ope, corrigere. Ignoscat autem nobis lector ingenuus, si per viam incedentibus nullis præcedentium vestigiis tritam, adeoque erroribus in omnes partes opportunam, humani aliquid forte acciderit.

Damus hanc veniam, petimusque vicissim.

DISSER-



DISSERTATIO V.

Defensio dissertationis præcedentis, contra animadversiones viri cl. Petri Antonii Michelotti. *Edita anno* 1722. *in Transf. Philos.* N° 373.

IN pervolvendo opere pereruditi viri clarissimi, *Petri Antonii Michelotti*, de separatione fluidorum in corpore animali, quod *Venetiis* nuper ad nos delatum est, pluribus in locis dissertationem meam de motu aquarum fluentium, in *Actis Philosoph.* N° 355. ante aliquot annos editam, non leviter notatam deprehendi. Cum autem alia ex iis, quæ reprehendit vir doctissimus, ex minus perspecto dissertationis meæ instituto profecta videantur; alia vero ita demonstrari possint, ut ipsum virum cl. ea mihi non difficulter concessurum putem: operæ pretium erit, si primo in loco dissertationis meæ propositum & consilium paulo luculentius exponam; quod cum fecero, ad reliqua deinceps breviter expendenda progrediar.

Principio igitur explicandum est, quid in dissertatione ista intelligendum velim, per *motum aquæ ex imi vasis foramine defluentis*. Est enim alius *motus*, sive *quantitas motus*, aquæ, quæ ex vase per foramen delabitur: qui *motus* est in ratione compositâ, ex ratione quantitatis aquæ dato quovis tempore effluentis ex foramine, & ratione velocitatis, quacum effluit. Alius vero est

motus totius aquæ, ſeu cataractæ aqueæ, quæ intra vas verſus foramen deſcendit, & mox effluxura eſt. Hic eſt in ratione ſummæ omnium factorum, ex ſingulis aquæ particulis, cataractam conſtituentibus, ductis in velocitates earundem reſpectivas. Quorum motuum cum alterum ſæpe pro altero accipi viderem, animus mihi erat poſteriorem illum in prædicta diſſertatione illuſtrare, ad calculum revocare, & liquoribus in animalium corpore fluentibus applicare.

Hic ergo cum ſemper mihi intelligeretur per *motum aquæ defluentis*, ſive per *motum aquarum fluentium*, quod ex omnibus meis propoſitionibus luculenter apparet, jure meo dicere poteram *motum hunc a nemine adhuc*, *quod ſcirem*, *fuiſſe determinatum:* quippe quem nemo mathematicorum, quos quidem ego viderim, nec etiam verbo tenus attigerit. Quod cum ita ſit, miror profecto non animadvertiſſe neque acutiſſimum *Michelottum*, nec etiam ſubtiliſſimi & perſpicaciſſimi ingenii virum, *Johannem Bernoullium*, me in illius diſſertationis Procemio, quod toties citat & tantopere reprehendit *Cl. Michelottus*, ne verbum quidem ſcripſiſſe de velocitate, quâcum aqua effluit ex foramine, multo minus de Bernoulliana determinatione illius velocitatis. Hoc ſi perſpexiſſet vir cl. noluiſſet ſane, pro ſua humanitate, tam inclementer & inique mecum agere, ut me *Bernoullianam demonſtrationem extenuare verbis conari* * diceret, & *meram eſſe cavillationem id*, *quod Bernoullio objiciam*. Quod vero ſubjicit, verba iſta mea, " fieri omnino non poſſe, ut motus aliquis cum " pondere quieſcente conferatur," *ne umbram quidem habere rationis contra Bernoullianam demonſtrationem pugnantis*, libens agnoſco, quippe qui, cum iſta ſcriberem, tantum de cl. Bernoullio,

* Pag. 131, 132.

quantum

quantum de Sinensium Imperatore cogitabam. Aio autem lectorem quemvis non iniquum, neque præjudiciis occupatum, ne *umbram quidem* verisimilitudinis reperturum, quod ista verba ad Bernoullianam demonstrationem quicquam pertineant: quibus scilicet de re longe diversa agatur, nempe de quantitate motus totius aquæ versus foramen contendentis. Quoniam vero ita penitus insedit animo viri doctissimi illa demonstratio, eandem, in illius gratiam, ubi prius meipsum ab reliquis ejus animadversionibus vindicavero, ad examen revocare decrevi.

Ad *motum* prædictum definiendum non alio nobis opus erat, quam theoremate nostro generali, quod tertio loco posuimus: sed cum curvæ hyperbolicæ Newtonianæ proprietatem, qua cataractam aquæ descendentis format, non indignam censeremus contemplatione geometrarum, voluimus obiter quædam de cataracta illa præmittere. Hanc autem ex viri incomparabilis *Prop.* 36. *Lib.* 2. *Princip.* desumptam proponebam, non ut *ex tripode editam*, sed evidentia mathematica, omnibus oraculis certiore, munitam.

Quod enim cataracta talis formari debeat ex AQUA LIBERE DESCENDENTE, ET ACCELERATA in modum corporum omnium gravium, quam nulla alia aqua circumcingatur, aperta res est; ut patet NEWTONI PROPOSITIONEM ATTENTE PERLEGENTI. Si etiam cataracta glacie concava, figuræ cataractæ aqueæ adamussim congruente, & propter summam polituram nullam resistentiam adferente, ambiatur; ea glaciem ne minima quidem vi premet, sed tanget solum liberrime cadendo; unde nihil mutabitur non modo in figura, sed nec etiam in velocitate cataractæ descendentis. At si circumposita glacies in aquam resolvatur, neutiquam jam opus est tanto *machinarum & ari-*

etum validissimorum apparatu, quos magno molimine * adduxerunt tum ipse vir cl. tum etiam geometra eximius, *Johannes Bernoullius*, ad *fragilem* nostram *cataractam confringendam & comminuendam*; quippe quam ipse prius *Newtonus* hisce verbis, † *Liquescat jam glacies in vase, &c.* dissolverit penitus ac dissipaverit. Nullo igitur aut *Genio* nobis opus est, aut *Erythræi maris miraculo*, ad cataractam istam sive indicandam, sive conservandam, quippe qui non adeo usque stolidi aut insulsi simus, ut conservatum iri eam speremus ab omni aquæ circumpositæ communione puram & illibatam. Ignoscat autem nobis, pro æquitate sua, cl. *Michelottus*, quod, quæ providentissimus *Newtonus* de glacie ambiente, & eadem postea in aquam resoluta fusius tradiderit, ea nosmet lectorem ex ipso potius cl. auctore petere voluerimus, quam ingrata & minime nobis necessaria repetitione detineri.

Non diffitemur sane paulum discriminis, ut id obiter notemus, inter casum a *Newtono* positum, & nostrum, interesse. Quem enim fingit ille cylindrum glaciei, velocitate data uniformi descendentem, ac liquescentem & in aquam conversum, quam primum superficiem attingit aquæ vase contentæ, in eum scilicet finem, ut vas semper æque plenum conservetur; hunc nos omisimus, & ejus loco superficiem aquæ infinitam posuimus, ut ea ratione integrum solidum, sive cataractam hyperbolicam repræsentaremus. At hæc positio nihil mutat neque in velocitate, nec in *motu* aquæ decurrentis.

Quod autem * ait vir cl. *me sumere, quod est in contentione*, & paulo infra, *cessare igitur quæstionem, & totam demonstrationem abire in hypothesin*, non mehercule intelligo, quid sibi velit. Mihi

* Pag. 128, 129, 130. † Princip. Pag. 304. * Pag. 127.

enim,

enim, in loco citato, nulla movebatur quæſtio de velocitate aquæ effluentis, nec demonſtrationem ullam de ea velocitate afferebam; ſed id unum agebatur, ut ex poſita illa velocitate æquationem curvæ hyperbolicæ Newtonianæ deducerem. Velocitatem nempe aquæ effluentis jam antea determinaveram, vel etiam, ſi placet, ſumpſeram, poſitis ſcilicet iis, quæ a *Newtono* poſita fuerant, AQUAM NEMPE GRAVITATIS VI LIBERE CADERE, ET INTER CADENDUM ACCELERARI. Hoc autem quî fieri poſſet, prius tradiderat *Newtonus*, ponendo aquam per glaciem politiſſimam ambientem, vel etiam per eandem in aquam ſolutam, ſed quietem adhuc ſervantem, tanquam per infundibulum, ſine ulla reſiſtentia tranſire; quod in eum finem ponebatur, ut ſimplicior & magis mathematica redderetur problematis ſolutio.

Libet hic loci, propter argumenti affinitatem, erroris meminiſſe, cujus *Newtonum*, *Hugenium*, *Keillium* temere nimis, uti nobis videtur, ex Bernoullianæ demonſtrationis fiducia † incuſat cl. *Michelottus*; quod ſcilicet vim, qua totus aquæ exilientis *motus* generari poteſt, æqualem ſtatuerint ponderi cylindricæ columnæ aquæ, cujus baſis eſt foramen, cujuſque altitudo dupla eſt altitudinis aquæ vaſe contentæ. Hoc paucis admodum verbis, nec tamen idcirco minus perſpicue, demonſtravit *Newtonus* in corollario ſecundo propoſitionis ſupradictæ. Potuiſſet alia quoque deduci demonſtratio ex contemplatione cataractæ integræ hyperbolicæ, quæ huic cylindro æqualis eſt, cujuſque pondus totum in aquæ deſcenſum impenditur: ſed hac minime opus eſt, cum idem ex ipſa propoſitione Bernoulliana, quam toties laudat, ac tam vehementer defendit cl. *Michelottus*, apertiſſime ſequatur. Id nullo negotio animadvertet vir

† Pag. 112, 113.

doctiſſimus,

doctissimus, si seposita parumper columnæ foramini incumbentis consideratione, calculo instituto, ex mole aquæ dato quovis tempore ex foramine effluentis, & ex velocitate, quacum aquam effluere statuit cl. *Bernoullius*, EJUS AQUÆ MOTUM determinare voluerit, & deinde pondus invenire, quod eodem dato temporis spatio, libere cadendo gravitatis vi, EANDEM MOTUS QUANTITATEM generare possit. Hoc autem pondus REPERIET ponderi duplæ columnæ aquæ foramini insistentis æquale, prorsus uti definivit *Newtonus* in corollario prædicto. Idem vero pondus, alteri libræ radio appensum, ab impetu aquæ, cum primum ex foramine effluit, continuato rivo in alterum libræ æqualem radium impingentis, atque statim post impulsum delabentis, in quiete sustinebitur; quod posito calculo facile patebit.

Videor mihi non malam gratiam a doctissimo *Michelotto*, pro candore suo, initurus, si altero insuper * præjudicio, quo & alios plures teneri video, ipsum liberavero. *Newtonus*, *Prop.* 37. *Lib.* 2. *Princip. primæ editionis*, aquam demonstravit ex foramine in fundo vasis ea cum velocitate erumpere, qua assurgere possit ad dimidiam altitudinem aquæ in vase existentis. Demonstrandi rationem refellit nemo: conclusionem plures redarguunt. Experientia, inquiunt, contradicit, qua deprehenditur aqua exiliens ad totam altitudinem assurgere: quin etiam *Newtonus* ipse in problematis ejusdem solutione, *Prop.* 36. *Lib.* 2. *editionis secundæ*, eam tribuit aquæ velocitatem, qua ad totam altitudinem prosilire possit; adeoque ipse sibi contradicere videtur. Atqui si res ista accuratius & cum judicio perpendatur, reperietur primæ solutioni *Newtonianæ* & cum secunda, & cum experientia ipsa, optime convenire.

* Pag. 113.

Nam

Nam in secunda solutione, aquæ venam exilientem, ad parvam a foramine distantiam, contractiorem diametro statuit vir perspicacissimus, quam in ipso foramine, in ratione 21 ad 25. Est itaque sectio venæ, in ea distantia, ad foramen ipsum, ut 21 × 21, ad 25 × 25, h. e. ut 1 ad $\sqrt{2}$ proxime. Cumque eadem aquæ quantitas, sive per foraminis, sive per venæ contractæ, sectionem, dato tempore perfluat, & proinde velocitates aquæ in iis sectionibus sint in ratione ipsarum sectionum reciproca; erit velocitas in foramine ad velocitatem venæ contractæ, ut 1 ad $\sqrt{2}$: proinde, si ea sit velocitas venæ contractæ, qua aqua prosiliat ad integram altitudinem aquæ in vase; non major erit aquæ velocitas in ipso foramine, quam qua ad dimidiam altitudinem deferatur. Consentiunt itaque inter se hæ duæ solutiones: & experientia porro cum iisdem consentire deprehenditur. Nam si per alterutram earum solutionum, ex definita velocitate, qua aqua, sive per foramen, sive per venam contractam, transire statuitur, calculo instituto inveniatur quantitas aquæ effluxuræ; reperietur eadem cum quantitate aquæ, quæ per experimenta effluere deprehenditur, proxime convenire. Certe experimentum ab ipso illustrissimo *Newtono* sumptum, adhibito foramine, cujus diameter erat quinque octavarum digiti partium, huic calculo respondit; ut etiam alia plura experimenta minoribus diametris *Londini* facta, quibus ipse cum pluribus Regiæ Societatis sodalibus, ante aliquot annos operam dedi. Abludunt quidem aliquantum diligentissimi * *Poleni* experimenta, sed tamen MINOREM aquæ quantitatem exhibent, quam secundum hunc calculum, NUNQUAM MAJOREM, forte quod angustiora fuerint vasa pro ratione amplitudinis foraminum.

* Polen. de Castellis.

Supereſt adhuc nobis conſideranda † animadverſio una, ſive potius ſcrupulus viri cl. ex eo natus, quod in *Coroll.* 17. *Theorem.* 3. diſſertationis prædictæ, majorem ſtatuimus *motum*, ſive *impetum*, ſanguinis in arteriis omnibus capillaribus ſimul ſumptis, quam in ipſa aorta. Hoc ut explicet vir doctiſſimus, neſcio quam hypotheſin nobis affingit, de majore ſanguinis denſitate in capillaribus arteriis, quam in aorta. Nos vero nullam ejuſmodi conditionem poſuimus, ſed corollarium deduximus ex theoremate præcedente, in quo agitur de *motu* aquæ per canalem plenum quemcunque fluentis: unde patet ſanguinem non aliter conſiderari in noſtris corollariis, quam quatenus fluidus eſt & aquam æmulatur. Sed patet inde provenire ſcrupulum viri cl. quod per ſanguinis *impetum* intelligat, *quantitatem motus ejus effectam ex multiplicatione velocitatis per maſſam dato tempore transfluentem.* Atqui hic longe alius eſt ac noſter ſanguinis *motus*, ſive *impetus*, quippe qui in iſto theoremate *æqualis* ſtatuitur *motui molis aquæ*, *quæ dato quovis tempore effluit ex canali*, *cujuſque ea ſit velocitas*, *quâ percurratur eodem dato tempore ſpatium æquale longitudini canalis.* Facile autem ex hoc theoremate fluit corollarium prædictum, quippe cum dato tempore transfluat eadem ſanguinis moles per aortam & per arterias capillares, major autem ſit canalis longitudo ex aorta & arteriis capillaribus compoſiti, quam aortæ ſolius. Hoc eo libentius notavi, quod videam non ſolum doctiſſimum *Michelottum*, ſed alios etiam ſcriptores mathematicos, pluribus in locis, ubi agitur de potentiis, quæ liquorem per canales eodem plenos aut in motum impellunt, aut effluentem ſiſtunt, nihil aliud conſiderare præter molem & velocitatem fluidi effluentis; quum debuiſſet etiam lon-

† Pag. 101, 102.

gitudinis ipſorum canalium ratio haberi. Nam CÆTERIS PARIBUS, EO DIFFICILIUS vel expellitur fluidum ex pleno canali, vel in effluxu ſiſtitur, quo canalis longior fuerit; quippe quum tota moles fluidi canale contenti in motum concitanda ſit, priuſquam ulla pars ejuſdem effluere poſſit ex orificio; ſicuti etiam tota eadem moles neceſſario ſiſtenda eſt, ſi exitum parti jamjam effluxuræ prohibere volueris.

Accedo jam ad expendendam viri celeberrimi, *Johannis Bernoullii*, demonſtrationem de velocitate aquæ ex foramine vaſis pleni effluentis. In quem finem legi diligenter ac relegi, tum quæ protulit doctiſſimus *Michelottus* de * principiis illius demonſtrationis, tum ipſam demonſtrationem a cl. *Hermanno* communicatam in *Actis Lipſienſibus*, anni 1716. Quæ quamvis nulla ex parte mihi ſatiſfaciat, tamen cum imbecillitatis meæ conſcius longe facilius accidere poſſe ſentiam, ut ipſe a vero aberrem, quam ut virum nobiliſſimis inventis clarum, & acerrimo, ſi quis alius, ingenio pollentem, erroris alicujus redarguam; cunctanter idcirco & dubitantius proponam, quid in illa demonſtratione minus firmum mihi videatur.

" Fundamentum demonſtrationis (*ſcribit vir cl.*) " in hoc conſiſtit, ut conſideretur guttula liquo- " ris infima, & foramini vaſis immediate incum- " bens, tanquam preſſa, vel (ut ego voco) ani- " mata a gravitate quadam acceleratrice, quæ ſe " habet ad gravitatem naturalem ut altitudo " aquæ vel liquoris totius foramini vaſis incum- " bentis ad altitudinem guttulæ, ſcilicet ut pon- " dus abſolutum columnæ aqueæ foramini inſi- " ſtentis ad pondus abſolutum guttulæ; ſic quip- " pe nihil aliud reſtat, quam ut quæratur quan- " tam velocitatem acquirere poſſit guttula anima-

* Pag. 131.

"ta ab iſta gravitate majori, quando cadit per li-
"neolam ſuæ altitudini æqualem, hoc eſt, poſt-
"quam tota exierit per foramen; tam diu enim
"premitur a tota columna aquea, adeoque ani-
"matur a gravitate majore, quamdiu aliquid de
"guttula (quam ut columellam ſolidam conci-
"pio) ſupra foramen exiſtit."

Poſito hoc fundamento pergit vir cl. ad demonſtrationem ſuam concinnandam: nobis vero ſuſpecta eſt ipſius fundamenti firmitudo. Ut id quo jure fiat, videatur, ita, ſi placet, procedamus.

Quoniam NULLA ALIA RE utitur cl. *Bernoullius*, ad animandam, ut vocat, guttulam infimam gravitate prædicta acceleratrice, NISI SOLA PRESSIONE, ſive pondere, COLUMNÆ AQUEÆ FORAMINI INSISTENTIS; congelari ponatur omnis aqua columnam illam ambiens, & columna aquea per politiſſimam glaciem ſine omni reſiſtentiâ labi concipiatur. His poſitis, quamdiu foramen clauſum tenetur, urgebitur ſane guttula foramini proxima toto pondere columnæ aqueæ incumbentis, prorſus uti ſtatuit cl. *Bernoullius*.

Reſeretur jam foramen, & permittatur liber exitus aquæ effluxuræ. Quid deinde futurum cenſes? Num urgebitur, vel *animabitur guttula infima gravitate acceleratrice, quæ ſe habet ad gravitatem naturalem, ut altitudo aquæ totius foramini incumbentis, ad altitudinem guttulæ?* Minime vero; ſed urgebitur ſola gravitate ſua acceleratrice naturali. Nam quam primum guttula infima moveri deorſum incipit, etiam velocitate, ſi placet, infinite parva, non amplius utique urgebitur a PONDERE COLUMNÆ aqueæ inſiſtentis. Fieri enim non poteſt, ut COLUMNA aquea guttulam ſubjectam premat, niſi ab illa guttula impediatur in deſcenſu. Non autem impeditur, quia non conatur velo-

cius

cius descendere, quam infima guttula gravitate sua deorsum fertur; sed COLUMNA & gutta pari passu descendunt, adeo ut gutta neque COLUMNAM desertura sit, nec ab EADEM ullam vim aut pressionem sit passura.

Cedit itaque, ni fallor, & fatiscit *Bernoullianæ* demonstrationis fundamentum: sed circumspicienti mihi, quidnam potissimum tanto viro occasionem dederit a vero aberrandi, id præcipue occurrit, quod scilicet minus animum intenderit vir acutissimus ad discrimen, quod est inter corpus pressum a pondere incumbente, quum pondus istud non nisi a naturali gravitatis vi acceleratrice urgetur, & corpus impulsum, sive *animatum* (quoniam isto verbo uti voluit vir cl.) a gravitatis vi acceleratrice præter naturam aucta. In casu posteriore descendet corpus majore velocitate, quam quæ ex gravitate naturali proficisci queat, prorsus ex sententia doctissimi *Bernoullii:* at in priore, utut corpus pressum, dum quiescit, urgeatur a pondere incumbente, tamen ubi primum descendere incipiet, eadem prorsus velocitate descendet, ac si prius nullo pondere incumbente pressum fuisset.

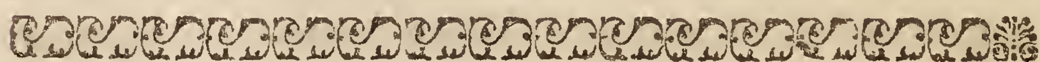
Nescio an operæ pretium sit, rem per se satis claram exemplo illustrare.

Quiescere ponatur in mensa columna solida ex centum aureis sibi invicem impositis confecta, & urgeatur, ut fit, aureus infimus pondere aureorum incumbentium. Si fiat jam foramen in mensa subter aureos, ut labi sinatur aureus infimus: quamprimum iste aureus descendere incipiet, liberabitur statim ab aureorum incumbentium pondere, & eadem velocitate descendet tum aureus infimus, tum reliqui omnes, ac si solus ille aureus in mensa constitutus fuisset.

Mitto dicere, quod, si quis ex velocitate, quacum aqua secundum cl. *Bernoullii* placita ex foramine

mine egreditur, & ex determinata per eam velocitatem mole aquæ dato quovis tempore effluentis, MOTUM EJUSDEM, ut ſupra monui, definire voluerit, EUNDEM DUPLO MAJOREM REPERTURUS SIT, quam qui ex pondere columnæ aqueæ foramini inſiſtentis, eodem tempore, gravitatis vi generari queat. Profecto videntur iſta mihi tantam veri ſpeciem præ ſe ferre, ut multum debiturus ſim ſive cl. *Michelotto*, ſive ipſi demonſtrationis auctori celeberrimo, ſi me aliquid rectius docere dignabitur.

Liceat interim ipſis, pace tantorum virorum, ſequentia duo experimenta, ad controverſiam iſtam certius dijudicandam, vel de novo inſtituenda, vel ſaltem diligenter expendenda commendare. Alterum *Newtonianum*, *pag.* 305. *Princip. ſecund. Ed.* deſcriptum; ut inveniatur, ex mole aquæ dato temporis ſpatio effluentis, velocitas, quacum tranſit per ipſum foramen: alterum cl. *Mariotti*, *libro du mouvement des eaux*, *Part.* 2. *Diſc.* 3. *Regl.* 1. quod tubo cylindrico, utrinque aperto, parte inferiore ſurſum reflexo, & aqua pleno ſumptum eſt; unde facile æſtimari poſſit, utrum GUTTULÆ PRIMÆ aquæ effluentis ad tantam altitudinem proſiliant, quantam requirit *Bernoulliana* demonſtratio.



Additamentum.

DEfenſioni ſuprapoſitæ non ita diu poſt reſpondit cl. *Michelottus*, edita Venetiis epiſtola ad nobiliſſimum Antonium de Comitibus patritium Venetum, quacum una imprimendam curavit ipſam noſtram defenſionem. Id vero cum fecerit,

fecerit, nihil neceſſe nobis videbatur ei epiſtolæ reſpondere; quippe cum, ex utroq; ſcripto invicem collato, facile exiſtimaturi ſint harum rerum periti, quales multi per Europam reperiuntur utrumque noſtrum longe ſuperantes, utrum ullum argumentum defenſionis noſtræ labefactarit vir clariſſimus.

His ergo rem libenter permitto, de aliis minime ſollicitus. Demonſtrationem vero Bernoullianam quod attinet, videtur nobis cl. *Michelottus*, eam ſpecie defendere, reipſa nobiſcum repudiare, cum eidem novam ſubſtituat. At novam illam, etſi priori non paulo vitioſiorem, certum eſt nobis non attingere, ne a viro demonſtrationum feraci tertia nobis demonſtratio objiciatur. Unum itaq; ſupereſt, ut lectorem ingenuum moneamus, quo conſilio ſubinde verba aliquot noſtræ defenſionis literis majuſculis imprimenda curavimus. Nempe in epiſtola prædicta fatetur celeberrimus *Michelottus* ſeſe diſſertationis noſtræ *primam ſecundamque tantummodo paginam perlegiſſe*, adeoq; ne inſtitutum quidem, aut ſcopum iſtius diſſertationis intellexiſſe, quam ſibi reprehendendam propoſuerit. Atqui nobis videtur vir cl. ne ipſam quidem defenſionem noſtram niſi perfunctorie admodum perlegiſſe; cum alioqui fieri omnino non potuerit, ut vir ingenuus & candidus, in ſua reſponſione, ea ipſa verba, quibus continetur vis præcipua noſtri argumenti, ubiq; fere diſſimulaverit. Hæc itaq; cum literis capitalibus in cl. *Michelotti* gratiam jam inſignita ſint, videmur nobis nulla alia reſponſione indigere, cum ſperemus virum doctiſſimum omnibus ſuis objectionibus vel ex relecta noſtra defenſione, vel ex Newtoni propoſitione diligentius perpenſa, nullo negotio ſatisfacturum.

DISSER-



DISSERTATIO VI.

De Potentia Cordis,

Edita anno 1718. *in Tranſ. Philoſ.* N° 358, 359.

Viro Eruditiſſimo

RICHARDO MEAD, *M. D.*

S. P. D.

Jacobus Jurin.

DIſquiſitionem iſtam, vir clariſſime, utut rudem & imperfectam, acri tamen ac perſpicaci tuo judicio multis nominibus non illibenter permitto. Quem enim mihi potero aut judicem æquiorem præoptare, aut cognitorem deligere magis idoneum, quam cujus candorem animi ſingularem, morumque humanitatem, non minus atque mentis dotes, præcellentes illas, & optimo quoque literarum genere perpolitas, omnes ſuſpicimus; cujuſque tum acumine ingenii, tum judicii ſubtilitate, theoriam medicam videmus clariſſima luce perfuſam & illuſtratam, uſum vero medendi confirmatum pariter tenemus & expeditum? Nec ſane quiſquam eſt mortalium, cujus calculo cogitata iſta noſtra comprobari magis ſtudeamus,

deamus, aut cujus auctoritate, si tibi forte fortuna minus displicuerint, ea contra hominum quorundam perversorum iniquitatem tutiora sint futura. Ex quibus alii, præjudicio ducti, & fama magnorum nominum, quorum sententias in sequentibus passim redarguimus, nostra forsitan ne examine quidem, aut perlectu digna censuri sunt. Alii vero, ut sive labore discendi, sive imperitiæ pudore se expediant, omnia scilicet, quæcunque ipsi non intelligunt, videri volunt alto supercilio contemnere. Quibus uti non gravate concedimus doctos viros & olim exstitisse, & hodie reperiri non paucos, qui nulla instructi disciplina mathematica, medendi artem tamen feliciter & cum laude exerceant; ita vicissim ipsos fateri æquum est eam doctrinam in praxi expedienda non inutilem, ad naturam vero & causas morborum explorandas plane esse necessariam. Corpora enim animalium, quod tu profecto, si quis alius, minime ignoras, cum partim solidis canalibus, partim fluido constent per eosdem jugiter propulso, machinas esse patet, ac proinde opus esse, ad eorum fabricam, vires, actiones, & agendi impedimenta sive morbos rite perspiciendos, rei mechanicæ peritiam.

De quibus tamen multa traduntur etiam à mathematicis scriptoribus adeo parum accurata, secumque invicem & cum ratione pugnantia, ut nobilissimæ disciplinæ non modo commendationem non addant & dignitatem, sed etiam contemptui & hominum indoctorum ludibriis eandem objiciant. Quis enim, non ipse doctrina mathematica imbutus, cum videat, exempli gratia, cordis humani vires jam ponderi 3000 librarum pares, jam 180000 pondo superantes, jam vero ad uncias 5 vel 8 deductas; aerem quoque ex pulmone inter exspirandum propulsum modo 100, modo 50000

 librarum

librarum vi; quis inquam, qui iſtas concluſiones legerit, diſcrimine tam immani à ſe invicem remotas, & tamen omnes demonſtrationibus ſuis munitas, ſi forte ſe à riſu temperet, non tamen inutilem plane & ineptam pronuntiaverit ad explorandas corporis facultates ſcientiam mechanicam? Sed meminerint oportet æqui rerum judices neutiquam mirandum eſſe, ſi quandoque in difficili problemate vel ſumma ingenia allucinentur, neque errores, ſiqui forte inciderint, arti ipſi, ſed artifici imputandos. Quod ut exemplo manifeſtius declaretur, libet celeberrimi problematis de cordis viribus indagandis ſolutionem novam proponere. Utque facilius mihi temeritatis opinionem detraham, qui ejuſmodi inceptum poſt *Alphonſum Borellum* aggredi auſim, utque viam ſimul lectori expediam ad æquam certamque ſententiam in tanta ſcriptorum diſſenſione ferendam, primo loco oſtenſurus ſum, quæ in *Borelli* demonſtratione reprehendi debeant; deinde virorum doctiſſimorum, *Morlandi* & *Keillii* ſolutiones, cum eadem philoſophandi libertate ad examen revocabo.

Primum nobis, & quidem longe præcipuum videtur *Borellianæ* ſolutionis vitium, quod cordis potentiam per pondus iners & quieſcens expoſuerit. Cor enim cum & ipſum inter contrahendum movetur, & corpora oppoſita, ſanguinem nempe & arteriarum tunicas, in motum impellit, patet ejus potentiam non alia ratione ſciri poſſe quanta ſit, quam ut motus hujus quantitatem cognitam teneamus. Motus autem quilibet cum pondere quieſcente comparari non magis poteſt, quam linea cum rectangulo.

Secundum, quod in ipſo experimento * à circulatore Borelliano, inſtituto, neutiquam conſtet

* Vide Prop. 87. Part. I. de mot. animal.

pondus

pondus illud ſuſpenſum fuiſſe a ſola muſculorum vi contractrice; quum etiam vis illa, qua tum muſculi adhibiti, tum genæ quoque, & ipſa forſitan ligamenta divulſioni ſui-ipſorum & fibrarum ruptioni obſtiterint, quaque muſculi etiam ex cadavere exſecti pondera ſatis magna ſuſtinent, venire in ſubſidium potuerit.

3. Quod vires muſculorum pondere æqualium a *Borello* pares ſtatuantur: quod profecto dubium admodum videtur, præſertim ubi muſculi ſunt figura diſſimiles.

4. Quod integram cordis potentiam, quanta maxima exeri poteſt cum ſumma fibrarum contentione & molimine, ad ſingulas ſyſtoles adhiberi poſuerit. Quum ipſe circulator, ſi pondus ſuſpenſum vel continenter, vel alternis vicibus breviſſima quiete interpoſita, ſublevare contenderet, non ita longo tempore plane ſuccubiturus labori fuiſſet.

5. Quod ſanguinis & arteriarum reſiſtentiam ſexagecuplam ſtatuerit integræ potentiæ cordis, loco potentiæ ordinariæ, quæ ad ſyſtolem peragendam à corde impenditur, quæque forte totius potentiæ cordis minima pars eſt.

6. Quod in ea ratione ſexagecupla definienda errorem inſignem admiſerit. Nam in *Prop.* 60. loco rationis, quam obtinet ſumma potentiarum P & Q ad ſummam R & S, adhibuit rationem, quæ eſt inter rectangulum ex potentiis P Q confectum, & rectangulum ex R S. Quod errati ſi per propoſitiones ſubſequentes corrigatur, habebitur in *Prop.* 73. reſiſtentia longe diverſa a pondere librarum 180000, quantam eam ſtatuit Borellus.

7. Deniq; quod pondus illud librarum 180000, quum a cordis potentia libris 3000 æquali ſuperetur, miraculi cujuſdam aut monſtri loco lectori-

bus obtrudat; & vim percussionis, quasi quendam Θεὸν ἀπὸ μηχανῆς in auxilium advocet. Reipsa enim nihilo plus hic inest prodigii, quam ubi pondus 3000 librarum pondus aliud 180000 librarum, ad subsexagecuplam distantiam a centro libræ inæqualium radiorum appensum, in æquilibrio sustinet.

Minora aliquot sphalmata, & hypotheses plures tum prorsus arbitrarias, tum alias aliis contrarias, libenter omittimus. Et quidem delicta supra reprehensa, aut saltem majorem eorundem partem, non tam ipsi viro doctissimo imputandam censemus, quam operi posthumo condonandam.

Proximus sequitur vir doctissimus, *Josephus Morlandus*, qui in disquisitionibus de cordis vi sermone anglicano editis, methodum peringeniosam exposuit potentiam cordis ad experimentum revocandi. Hic autem, præter delictum supra in *Borello* reprehensum, quod cordis vires cum pondere quiescente contulerit, nobis videtur eo quoque nomine notandus, quod integram cordis actionem in tunicas arteriarum distendendas impendi posuerit. Cor enim non solum arterias tendit, sed sanguinem quoque certa velocitate per totum arteriarum & venarum tractum propellit.

Superest, ut viri acutissimi, *Jacobi Keillii* solutionem, in tentaminibus medico-physicis ad œconomiam animalem pertinentibus, non ita pridem cum publico communicatam, expendamus. Qui primus omnium ausus est potentiam cordis a *Borello* definitam, ac magno scriptorum consensu exceptam & laudatam, non solum rejicere, sed aliam eidem infinito prope discrimine minorem numeris disertis expressam substituere.

Hunc autem censemus, præterquam quod primum illud *Borellianæ* solutionis vitium imitatus sit, in sequentibus etiam a vero aberrasse.

Quod corollarium *Newtonianum*, quo utitur ad cordis vires definiendas, aut male intellexerit, aut certe non ſatis apte uſurpaverit. Pondus enim illud ab *Archimede Britannico* determinatum, quo motus aquæ ex vaſe effluentis generari poteſt, nequaquam generat motum aquæ; quippe quæ,gravitatis vi cadendo,ipſa motum ſuum acquirat. Sed hoc pondus per datum tempus cadendo, motum concipit motui aquæ eodem dato tempore effluentis æqualem.

Præterea ponit vir clariſſimus velocitatem ſanguinis ex corde effluentis perpetuo æqualem per totam ſyſtoles durationem, quam nos inſigniter inæqualem fieri in ſequentibus oſtendemus.

In methodo illa ſimpliciore, quam poſtea adhibet vir doctiſſimus, præter delicta hactenus reprehenſa, alia etiam bina admittit.

Adſumit enim vires cordis in diverſis animalibus eam inter ſe rationem obtinere, quæ eſt inter pondera eorundem; quod infra falſum eſſe demonſtrabimus. Tum ponit velocitatem ſanguinis ex ſecta iliaca arteria profluentis, eandem eſſe qua ex corde in aortam emittitur. Atqui cum omnis fere ſanguis ex corde expulſus per iliacam alteram reſectam emittitur, patet ejus velocitatem tanto eſſe majorem in iliaca quam in aorta, quanto ſectio iliacæ circularis a ſectione aortæ ſuperatur. Præterquam quod velocitas æquabilis, qua ſanguis per aortam fluit, longe diſtet ab ea velocitate, quacum exit ex ipſo corde.

Similiter fere redargui poteſt & illa methodus, qua uſus eſt vir cl. ad rationem definiendam inter velocitates diverſas ſanguinis, reſiſtentia nunc oppoſita, nunc ſublata, per aortam profluentis. Sed cum iſto experimento non altera ſolum, ſed utraque velocitas major æquo reperiatur, unde ratio, quæ eſt inter ipſas, non magnopere perturbetur;

poterit

poterit ſatis tuto proportio ab ipſo expoſita, tanquam veræ propinqua, uſurpari.

Curſu hactenus expedito ſcopuliſque detectis, in quos impegerunt viri egregii ſupra laudati, erit modo nobis ipſis, ut in via difficili & erroribus plena, ſumma adhibita cautione progrediendum. Et primo quidem loco ad ambiguitatem præcidendam neceſſe eſt, ut id, quod quæritur, quale ſit, accuratius paulo declaretur.

Hic vero ante omnia advertendum eſt diſparem longe eſſe cordis conditionem, ac reliquorum fere omnium corporis muſculorum. Cæteri enim, cum labore defatigati fuerint, ſomno utique, aut quiete refocillari poſſunt; cordi autem, per totam hominis vitam, indeſinenter, aut ſaltem breviſſima diaſtoles quiete interpoſita, laborandum eſt. Unde minime credendum eſt ſummas cordis vires, quantæ maximæ exeri poſſunt, ſed potius minimam earundem partem, in homine ſano, tranquillo, ad quamque ſyſtolen adhiberi: etſi urgente vel morbo, vel animi affectu vehementiore, cor paulo validius ſeſe poſſit contendere ad ſanguinem expellendum. Cum ergo dupliciter accipi poſſint vires cordis, vocemus alteram integram potentiam, ſive ſummam, alteram ordinariam, quæ ut ſupra diximus, in homine ſano, tranquillo exercetur. Nos autem poſteriorem in ſequentibus ſemper intelligimus per cordis potentiam.

Cordis itaque virium, ſive potentiæ, nomine ſignificamus vel ipſum cordis motum, dum in contractionem agitur, vel motum ponderis cujuſlibet, quod ſanguini objectum ex corde proruenti, & velocitate idonea delatum in partes contrarias, ſanguinis effluxum, adeoque ipſam cordis contractionem, æquali vi librare valet & ſiſtere.

Potentiam

Potentiam iſtam, cum a priori vix ſperandum ſit ut definire poſſimus, quod neque fabricam cordis interiorem, neque cauſæ contrahentis naturam, aut vires ſatis habeamus exploratas, relinquitur, ut eandem per effecta, ſive a poſteriori, æſtimemus.

Cordis actio in ventriculorum ſuorum contractione omnis conſiſtit. Ventriculi autem inter contrahendum in ſanguinem impingunt, eique motus ſui partem communicando, eundem magna vi, qua datur porta, urgent, & expellunt. Sanguis hoc modo in arterias, aortam & pulmonalem, protruſus, impetu in omnes partes facto, partim in tunicas arteriarum ex ſyſtole ſua prægreſſa collapſas & flaccidas, partim in ſanguinem priorem tardius fluentem impingit. Unde gradatim extrorſum truduntur arteriarum tunicæ, & ſanguis antecedens curſu celeratur. Quod ſi animo concipiantur arteriæ ſectionibus tranſverſis minimis diſtinctæ; prima ſanguinis portiuncula ex corde in primam ſectionem irruente, partim diſtenditur iſta ſectio, partim ſanguis eadem antea contentus in ſectionem proximam detruditur, eamque diſtendit; atque iſta actio per ſuccedentes arteriarum ſectiones continuatur. Deinde ſecunda, & tertia ſanguinis portiuncula, & cæteræ deinceps, in primam arteriæ ſectionem incidunt, eamque paulo magis dilatant, & ſanguinem eadem contentum in proximas ſectiones ſucceſſive propellunt; idque fieri pergit, donec omnis ſanguis ex ventriculis fuerit ejectus. Cæterum id utique obſervandum eſt, arterias, quo magis contractæ & flaccidæ fuerint, eo minus obſiſtere dilatationi; quanto autem magis fuerint dilatatæ, tanto fortius ulteriori diſtractioni reniti; atque idcirco vim ſanguinis ex corde prorumpentis primo magis impendi in diſtentionem arteriarum, quam in ſanguinis

guinis præcedentis protrusionem; sub finem vero magis propelli sanguinem antecedentem quam distendi arterias; quippe quæ jam rigidæ factæ majorem dilatationem vix admittant.

Sanguis autem ex corde prosiliens, cum, uti dictum est, motus sui partem arteriarum tunicis, partem sanguini præcedenti communicat, ipse necessario de pristina celeritate remittit; adeoque dum ventriculorum contractionem moratur, novum ab iis impulsum excipit, ejusque partem, eadem ratione atque antea, tunicis arteriarum & præcedenti sanguini impendit; unde iterum retardatur, & alium ventriculorum ictum suscipit; & sic deinceps, donec omnis ex ventriculis fuerit expulsus.

Præter causam supra expositam, superest alia, qua sanguis ex corde effluens gradatim retardatur, adeoque novos successive impetus excipit ex ventriculis sese contrahentibus. Nam sanguis in arteriam aortam influens, etiamsi nulli omnino resistentiæ occurrere ponatur, adeoque nullam pati motus sui imminutionem, tamen, cum ex lato in angustum fertur, longitudine perpetim crescit, donec totus in aortam pervenerit; cumque sectio aortæ non minuatur, necessario minuitur sanguinis velocitas. Motus enim sanguinis est in ratione composita, ex ratione sectionis aortæ, velocitate in eadem, & longitudine columnæ sanguineæ, per theorema nostrum III. de motu aquarum fluentium. Cum vero ea sanguinis portio, quæ jam pervenerit in aortam, gradatim retardetur, retardabitur inde sanguis iste qui adhuc ventriculo continetur, & hinc retardabitur ipsius ventriculi contractio. Unde ventriculi perpetuo aliam atq; aliam motus sui partem sanguini contiguo, his de causis perpetim retardato, communicabunt. Patet vero isthinc, ut id obiter notemus, alium esse

motum

motum ſanguinis ex corde erumpentis, alium ejuſdem jam ex corde expulſi, & intra arterias fluentis. Item ictum, ſive impulſum ventriculorum ſanguini impreſſum, qui alioqui unicus eſſet futurus, & puncto temporis tranſigeretur, tamen cauſarum ſupra dictarum vi, quibus ſanguis perpetim retardatur, per totam cordis ſyſtolen continuari.

Ventriculum itaque alterutrum cordis ſanguinem impellentem licebit ſpectare, ut datum corpus cum data celeritate impingens in aliud corpus quieſcens; cui motus ſui parte communicata, ambo corpora communi velocitate deferuntur. Æquatur autem potentia ejuſdem, vel facto ex pondere ventriculi & velocitate ejus initiali, priuſquam in ſanguinem impingat; vel ſummæ motuum ipſius ventriculi, ac ſanguinis ex eodem profluentis, & illius motus qui tunicis arteriarum & ſanguini præcedenti communicatus eſt; vel etiam, ſi abeſſe ponatur omnis arteriarum & ſanguinis præcedentis reſiſtentia, ſummæ motuum ipſius ventriculi & ſanguinis effluentis.

Theorema I.

Motus, quo machina cava, inæqualiter contractilis, in contractionem agitur, æqualis eſt ſummæ factorum ex ſingulis machinæ particulis ductis in velocitates reſpectivas.

Patet ex mechanica.

Coroll. 1. Machinæ motus minor eſt facto ex pondere machinæ ducto in velocitatem earum machinæ partium, quæ omnium celerrime moventur inter contrahendum.

2. Motus machinæ æquatur facto ex pondere ejuſdem, ducto in velocitatem aliquam mediam inter velocitates earum machinæ partium quæ

omnium celerrime, & earum quæ omnium tardissime, moventur.

3. Si machinæ plures similes similiter sese contrahant, velocitate media vel æquabili, vel inæquabili, similiter tamen aucta vel imminuta in omnibus machinis; motus, quo machina quæque in contractionem agitur, rationem obtinet compositam ex ratione quadruplicata diametri homologæ ipsius machinæ, & ratione inversa temporis, quo machinæ contractio perficitur; vel rationem compositam ex ratione ponderis machinæ, ratione ejusdem ponderis subtriplicata, & ratione temporis inversa.

THEOREMA II.

Si ex machina cava, inæqualiter contractili, A B C D, *Tab.* III. *Fig.* 8. *aqua per machinæ contractionem exprimatur per orificium,* A; *motus totius aquæ machina contenta æquatur summæ factorum ex sectionibus quibusvis transversis omnium aquæ filamentorum* A B, A C, A D, *singulis ductis in longitudines & velocitates respectivas.*

Demonstratio. Loco filamentorum aquæ, concipiatur machina tubis minimis, inæqualiter amplis, A B, A C, A D, in orificium A desinentibus, tota constare.

Est aquæ motus in quovis tubo æqualis sectioni cuivis ipsius tubi, ductæ in velocitatem aquæ per sectionem istam fluentis, & longitudinem tubi, per *Theor.* 3. *de motu aquar. fluent.* Proinde summa motuum aquæ in omnibus tubis simul sumptis, sive motus totius aquæ machina contentæ, æqualis est summæ factorum ex omnium tuborum sive filamentorum aquæ sectionibus, ductis in longitudines, & velocitates, respectivas. *Q.E.D.*

Coroll.

Corol. 1. Motus aquæ machina contentæ minor eſt facto ex orificio A, velocitate aquæ exeuntis, & longitudine filamenti aquæ omnium longiſſimi. Eſt enim factum ex orificio & velocitate aquæ effluentis, æquale ſummæ factorum ex ſectionibus filamentorum ſingulis ductis in velocitates reſpectivas; & ſumma horum factorum, ducta in longitudinem filamenti omnium longiſſimi, major eſt quam ſumma eorundem ductorum cujuſque in ſuam longitudinem.

2. Motus aquæ æquatur facto ex orificio A & velocitate aquæ exeuntis, ducto in longitudinem aliquam mediam inter longitudines filamentorum longiſſimorum & breviſſimorum: vel æquatur facto ex quantitate aquæ dato tempore effluentis, & longitudine media prædicta, applicato ad tempus illud datum.

3. Si machinæ plures ſimiles aqua plenæ ſimiliter contrahantur, ſive æquabili velocitate media, ſive inæquabili, ſimiliter tamen in omnibus machinis aucta, vel imminuta; motus aquæ machina quaque contentæ rationem habet compoſitam ex ratione quadruplicata diametri cujuſvis homologæ ipſius machinæ, & reciproca temporis ratione, quo peragitur machinæ contractio: vel rationem compoſitam, ex ratione ponderis machinæ, vel molis aquæ, ſive machina contentæ, ſive ex eadem expulſæ, ratione ejuſdem ponderis, vel molis, ſubtriplicata, & ratione temporis reciproca.

PROBLEMA.

Invenire potentiam cordis.

Sit p = Pondus ventriculi ſiniſtri, ſive quantitas ſanguinis eidem ponderi æqualis.

S = Superficies interna ejuſdem.

l = Longitudo media filamentorum ſanguinis ex eodem prodeuntium.

s = Sectio aortæ.

q = Quantitas ſanguinis ventriculo ſiniſtro contenti.

t = Tempus, quo ſanguis ex corde expelleretur, ſublata arteriarum & ſanguinis præcedentis reſiſtentia.

v = Velocitas variabilis, qua ſanguis ex corde proſiliens per aortam flueret, ſublata reſiſtentia.

x = Longitudo variabilis aortæ a ſanguine ex corde effluente percurſa.

z = Tempus, quo longitudo x percurritur.

Inde velocitas media variabilis ſanguinis ventriculo contigui, ſive media velocitas ipſius ventriculi $= \frac{sv}{S}$.

Motus ventriculi (per *Theor.* 1. *Cor.* 2.) $= p \times \frac{sv}{S}$.

Motus ſanguinis effluentis (per *Theor.* 2. *Cor.* 2.) $= sv \times \overline{l + x}$.

Horum ſumma, ſive potentia ventriculi $= sv \times \overline{\frac{p}{S} + l + x}$. Eſt autem $v = \frac{\dot{x}}{\dot{z}}$. Unde per methodum *Newtonianam* inverſam, elicitur potentia ventriculi $= \frac{sx}{z} \times \overline{\frac{p}{S} + \frac{x}{2} + l}$. Sed cum $z = t$, erit $sx = q$.

Hinc potentia ventriculi $= \frac{q}{t} \times \overline{\frac{p}{S} + \frac{q}{2s} + l}$.

Simili ratione invenitur potentia dextri ventriculi $= \frac{q}{t} \times \frac{\pi}{\Sigma} + \frac{q}{2\sigma} + \lambda$.

Literis

Literis autem Græcis eadem ſignificantur in dextro ventriculo, quæ Latinis in ſiniſtro.

Hinc tota cordis potentia

$$= \frac{q}{t} \times \overline{\frac{p}{S} + \frac{\pi}{\Sigma} + \frac{q}{2s} + \frac{q}{2\sigma} + l + \lambda}.\ Q.E.I.$$

Si ponatur

p = 8 unc. Avoird = 13. 128 digit. cub.
π = 4 = 6. 564
S = 10 dig. quadrat.
Σ = 10
l = 2 dig.
λ = $1\frac{1}{2}$.
q = 2 unc. Avoird. = 3. 282 dig. cub.
s = 0. 4185 dig. quadrat. } ex *Keillianis*
σ = 0. 583 } experimentis.
t = 0''. 1

Erit potentia ventriculorum æqualis motui ponderum ſubſcriptorum, nempe,

	lib.	unc.
Ventriculi ſiniſtri — —	9	1
Ventriculi dextri — —	6	3
Cordis totius — — — —	15	4

Quorum ponderum ea eſt velocitas, qua percurratur longitudo digitalis ſingulis minutis ſecundis.

Coroll. 1. Quoties pulſus fit celerior; aut minuitur reſiſtentia, aut potentia cordis augetur, aut minor ſolito ſanguinis copia ſingulis contractionibus ex corde expellitur.

2. Si pulſus ſolito tardior fiat; neceſſe eſt, vel augeatur reſiſtentia, vel cordis potentia minuatur, vel major ſanguinis moles ex corde ejiciatur.

3. Aucta reſiſtentia, neceſſario vel pulſus retardabitur, vel augebitur cordis potentia, vel ſanguinis quantitas ſolito minor ex corde exprimetur.

4. Imminuta

4. Imminuta resistentia, vel pulsus acceleratur, vel major sanguinis copia quaque systole ejicitur, vel cordis vires minuuntur.

5. Auctis cordis viribus, necessario vel augebitur resistentia, vel pulsus accelerabitur, vel plus sanguinis ex corde ejicietur.

6. Viribus cordis imminutis, vel minuatur necesse est resistentia, vel pulsus tardior fiat, vel minus sanguinis ex corde exprimatur.

7. Cum minor sanguinis moles ex corde projicitur; vel acceleratur pulsus, vel cordis vires minuuntur, vel augetur resistentia.

8. Cum plus sanguinis ex corde exprimitur; vel pulsus tardior fiet, vel augebitur cordis potentia, vel resistentia minuetur.

Schol. 1. Ventriculorum superficies internas, cum factu difficillimum videatur ut accurate determinentur, aut etiam ratio habeatur imminutionis quam inter contrahendum patiuntur, contenti fuimus præterpropter æstimare: cum sive easdem 12, sive 8 unciis quadratis singulas æquales statueris, perparva reperiatur potentiarum facta mutatio. Quod etiam observari poterit de longitudine media filamentorum sanguinis. Præterea differentias, qua arteriæ ambæ, earumque rami proximi a corde progredientes, sectione augentur, ut æstimatu perdifficiles & pene insensiles, negligimus. Alioqui esset cordis potentia tantillo minor statuenda, quam quæ supra definita est.

2. Determinavit vir celeberrimus, *Jacobus Keillius* velocitatem sanguinis, resistentia submota, ex corde effluentis, eam circiter, qua percurrantur pedes $6\frac{1}{2}$ singulis minutis secundis. Ponit vero ille celeritatem sanguinis per totam systolem æquabilem, quam nos insigniter inæqualem fieri, & perpetim a systoles initio retardari supra ostendimus.

dimus. Hanc ſi cui definire libuerit, ſubſtituenda eſt, in quarta æquatione ſupra poſita, potentia ventriculi proxime inventa, & ipſi x valor quivis tribuendus, ut eliciatur v, ſive velocitas eidem reſpondens. Ita, cum initio ſyſtoles ſit $x = 0$, ſub finem vero $x = \frac{q}{s}$, determinatur inde ea ſanguinis velocitas initio ſyſtoles, qua pedes $14\frac{1}{4}$; in fine autem qua $4\frac{1}{4}$, minuti ſecundi ſpatio percurrantur. Pariter, in dextro ventriculo, velocitas ſanguinis initialis pedes circiter $10\frac{5}{6}$, ultima vero 3 pedes eodem temporis ſpatio conficiet.

Adhibuimus hactenus eam hypotheſin, qua muſculi cordis ventriculos conſtituentes motum omnem, quo adiguntur in contractionem, momento temporis concipiunt. Quod ſi ponamus motum iis communicari, non unico quidem momento, ſed tantillo tamen temporis ſpatio, quod cum tota ſyſtoles duratione comparatum rationem obtineat admodum exiguam; erit cordis potentia paululo major ſtatuenda, quam quæ ſupra determinata eſt. Si vero ſtatuatur iſte motus, procedente ſyſtole, in ratione temporis augeri; erit totus motus in fine ſyſtoles acquiſitus duplo major quam ſupra poſuimus, ubi nulla reſiſtentia ſanguini ex corde profluenti objicitur: ubi autem ſolita adeſt reſiſtentia, erit idem quintuplo major; quod inſtituto calculo facile patebit. Pari ratione poterit calculus noſter ad aliam quamlibet hypotheſin, qua ventriculorum motus in duplicata, vel ſuperiori quavis ratione temporis augeatur, accommodari. Potentia vero in fine acquiſita ſupraposita elicietur longe major, nempe ex ratione duplicata

plicata potentia tripla, ex triplicata quadrupla, ex quadruplicata quintupla, & ſic in infinitum.

Nobis autem videtur ſecunda hypotheſis, qua ventriculi parvo admodum temporis ſpatio motum omnem concipiunt, cæteris longe veriſimilior. Quum neceſſe ſit, ut aliquid temporis impendatur ad motum quemlibet generandum; neque videatur adeo tarde increſcere ventriculorum motus, ut non celerius augeatur, quam ſecundum temporis rationem. Motus enim muſculorum impetu ſolo fluidorum quorumcumque, quæ ex ſanguine proveniunt, perfici nequit; quum brachio alterutro motum exerere poſſimus motu ſanguinis, per vaſa corporis univerſa profluentis, longe majorem. Relinquitur ergo, ut muſculorum fibræ ventriculos cordis conſtituentium, rareſcentia quadam liquorum in eaſdem influentium, in motum impellantur. Hæc autem, quoties vim magnam concipit, plerumque ſubita eſt, & fere inſtantanea. Adde quod ventriculorum motus, ſecundum hanc hypotheſin, longe minor efficitur, quam in tertia. Non ſolet autem ſapientiſſimus artifex, rerum conditor, in operibus ſuis plus virium adhibere, quam quantum ſufficit ad finem propoſitum conſequendum.

Cæterum ſive admittatur iſta hypotheſis, ſive alia quæcunque ex ſupra dictis verior cenſeatur, poterunt omnia corollaria noſtra eodem jure ex problemate deduci. Quæ utrum aliquid adjumenti afferant ad morborum hiſtoriam explicandam, medico ſagaci conſiderandum permittimus. Facile autem ex morbi cujuſque natura ſciri poterit, utrum aucta ſit vel imminuta reſiſtentia. Augeri vero credibile eſt, vel imminui cordis vires, integras ſaltem, ſive integram potentiam, auctis, vel imminutis muſculorum reliquorum viribus; quamvis

quamvis aliter ſtatuiſſe video virum celeberrimum, *Laurentium Bellinum.*

Hic tamen monendum eſt, fieri aliquando poſſe, ut cor, etſi longe ſolito debilius factum ſit, tamen ob auctam reſiſtentiam ex lentore ſanguinis, majorem niſum exerere cogatur in peragenda ſyſtole, h. e. ut imminuta integra cordis potentia, potentia ordinaria augeatur. Id vero cum fit, magnam ſequi neceſſe eſt cordis defatigationem & anxietatem; ut cum homo viribus infirmior, tamen ob neceſſitatem aliquam laborem ſolito graviorem ſuſtinere cogitur. Porro ex aucta cordis potentia ordinaria, oritur neceſſario fortior niſus elaſticus arteriarum, unde major calor, inde ſitis, &c. Calor enim febrilis minime proficiſcitur ex aucto motu ſanguinis, cum in aqua utcunque velociter mota & ſcopulis alliſa nullum tamen caloris incrementum ſentiatur. Hæc autem obiter, alias fortaſſe pluribus.

THEOREMA III.

Totus motus reſiſtentiæ, quæ ſanguini ex corde erumpenti durante ſyſtole objicitur, ſive totus motus, qui ſanguini præcedenti & arteriarum tunicis communicatur, toti cordis potentiæ quamproxime æqualis eſt.

Demonſtratio. Peracta cordis ſyſtole, quæ pars aortæ & arteriæ pulmonalis cordi proxima eſt, perſtat plena ſanguine per totam ſyſtolen arteriarum. Nec enim patitur earum fabrica & nexus, quo cordi conjunctæ ſunt, ut tunicis in ſeſe penitus collabentibus totæ occludantur, neque poteſt earum cavum ſanguine vacare. Alioqui enim, contrahentibus ſeſe reliquis arteriarum partibus, ſanguis iiſdem contentus retro in vacuum impelleretur, motu & inutili, & motui ſanguinis natu-

rali contrario. Tum etiam valvulæ ſemilunares non tenderentur verſus ventriculos, adeoque ſanguis ex auriculis in ventriculos expreſſus, etiam in diaſtole cordis, in arterias protruderetur.

Hinc patet ſanguinem proxime ex corde expulſum, ſyſtole peracta, immotum in arteriis perſiſtere, adeoque tum omnem ventriculorum motum excepiſſe, tum eundem totum partim ſanguini antecedenti, partim tunicis arteriarum communicaſſe. Q. E. D.

THEOREMA IV.

Motus, qui in ſyſtole cordis communicatur ſanguini præcedenti, eſt ad motum tunicis arteriarum communicatum, ut tempus ſyſtoles cordis ad tempus diaſtoles quam proxime.

Demonſtratio. Quum ſanguis per vaſa corporis univerſa, ſi partes arteriarum cordi propiores exceperis, æquabili curſu deferatur; neceſſe eſt, ut tum motus affrictu ſanguinis ad vaſorum latera deperditus, tum motus ſanguini redditus a ſyſtole ſive cordis ſive arteriarum, æqualibus temporibus æqualis ſit. Qui autem motus a ſyſtole arteriarum ſanguini communicatur, idem eſt præciſe, qui prius a cordis ſyſtole arteriarum tunicis fuerat impreſſus, cum arteriæ eodem impetu, quo diſtractæ fuerint, etiam reſtituantur. Et ſyſtole arteriarum cum cordis diaſtole duratione convenit. Unde patet propoſitum. Q. E. D.

Corol. Si ponamus cum viro doctiſſimo, *Jacobo Keillio*, ſyſtolen cordis peragi tertia parte temporis inter pulſus binos intercepti; erit motus ſanguini præcedenti communicatus totius potentiæ cordis pars tertia: motus vero arteriis communicatus prioris duplus, ſive duæ partes tertiæ totius cordis potentiæ.

THEO-

Theorema V.

In diversis animalibus potentia cordis rationem obtinet compositam ex ratione quadruplicata diametri cujusvis homologæ animalis, & ratione inversa temporis, quo cor contrahitur : vel rationem compositam ex ratione ponderis vel ipsius cordis vel integri animalis, ratione ponderis ejusdem subtriplicata, & ratione temporis reciproca.

Facile demonstratur vel ex *Corol.* 3. *Theor.* 1. & 2. vel ex potentia cordis problemate præcedente definita.

Corol. 1. Si ponatur cordis potentiam rationem obtinere ponderis vel ipsius cordis, vel integri animalis, vel sanguinis copiæ in toto animali; erit animalis longitudo in ratione temporis, quo cordis systole perficitur, sive in ratione inversa frequentiæ pulsuum.

2. Si ratio longitudinis integri animalis major fuerit ratione inversa frequentiæ pulsuum, necesse est major sit ratio potentiæ cordis ratione ponderis ejusdem.

Schol. Quum constet experimentis puerorum pulsus non esse tanto frequentiores pulsibus virorum, quanto pueri virorum longitudine superantur, concludendum est, vi secundi corollarii, potentiam cordis virilis majorem obtinere rationem ad potentiam cordis pueri, quam est ratio ponderum. Et par est ratio in cæteris musculis. Nam si corporis robur rationem ponderis sequeretur, possent pueri æqualia itinerum spatia eodem tempore cum viris conficere.

Simili ratione ac motum sanguinis ex ventriculis cordis erumpentis ope secundi theorematis determinavimus, poterit quoque urinæ motus ex

urethra profluentis determinari. Nempe si ponatur urethræ & vesicæ longitudo 12 unciis æqualis, & binæ unciæ urinæ minuti secundi spatio emittantur, erit motus urinæ effluentis æqualis motui ponderis libræ 1 $\frac{1}{2}$, quod uncialem longitudinem singulis minutis secundis percurrat. Quoniam vero urina non solis vesicæ urinariæ viribus contractivis, sed etiam diaphragmatis & musculorum abdominalium ope in subsidium vocata, expellitur, nequit vesicæ potentia ex motu urinæ profluentis æstimari.

Hæc tu, vir doctissime, æqui bonique consulas rogo: ipse autem ut diutissime valeas, utque existimationem tuam, & ipsam artis Æsculapiæ dignitatem usque, ut hactenus fecisti, insigniter tueri pergas, ac magis indies magisque extendere, idcirco ex animo voveo, quia publicam ad salutem pertinere arbitror.

Calendis *Januarii*,
1717-18.



DISSER-



DISSERTATIO VII.

Qua respondetur objectionibus a viro clarissimo Jacobo Keillio *contra præcedentem dissertationem adductis. Edita anno* 1719. *in Trans. Philos.* N° 362.

Viro Celeberrimo

RICHARDO MEAD, *M. D.*

Collegii Medicorum *Londinensium* & Societatis Regiæ Socio, *S. P. D.*

Jacobus Jurin.

APologiam præstantissimi viri, *Jacobi Keillii*, qui acerba nuper & immatura morte præreptus, magnum sui desiderium eruditis reliquit, studiose pervolvimus. Quam inter legendum, singularem simul candidissimi ingenii humanitatem, qua nosmet, utut a placitis suis dissentientes, excipere dignatus est, simul animi magnitudinem, & studium in rempublicam literariam tanto viro dignum, magna admiratione prosequebamur. Huic enim ille, non solum per omnem vitæ cursum, diligentem

ligentem & ſtrenuam operam navavit, ſed etiam, pulcherrimo exemplo, confectus jam atroci morbo & ſe perire ſentiens, eruditam illam epiſtolam, tanquam ſupremi amoris pignus, eidem legavit. Cui tamen neceſſario nobis reſpondendum eſt,non ſane quod acerrimo tuo judicio diffidamus; ſed ne aliis lectoribus minus idoneis impedimento eſſe poſſit, ad rectam ſententiam ferendam, viri illius doctiſſimi auctoritas. Accipe igitur, vir clariſſime, quæ in ejus defenſione minus recte tradita cenſemus; & tuum ſimul arbitrium eſto, utrum contentionis abrepti ſtudio, iniquiores ſimus ipſius manibus, an ita diſputemus, ut qui de veritate potius, quam de victoria, ſimus ſolliciti.

Queritur primo vir clariſſimus, quod ſeſe, una cum doctiſſimis viris *Borello*,& *Morlando*, tanquam cordis motum cum pondere inerti conferentem, injuſte perſtrinxerim. Ego certe, cum prius notaſſem motum quendam ſanguinis & arteriarum ex cordis vi oriri, dixi tandem ſciri non poſſe cordis potentiam quanta ſit,niſi motus hujuſce quantitatem cognitam teneamus: motum vero quemlibet cum pondere quieſcente comparari non magis poſſe, quam lineam cum rectangulo. Quibus verbis id ſignificare volui, doctiſſimos viros non quidem diſerte motum cordis cum pondere quieſcente comparare, ſed ipſos, cum cordis potentiam per pondus exponerent, nullam oſtendiſſe rationem, qua motus quantitas ex cordis potentia oriundi poſſet æſtimari. Ex hac objectione, ſi recte aſſequor mentem viri clariſſimi, ita ſeſe expedire conatur. Cordis potentia in preſſione conſiſtit, eamque æquabiliter in ſanguinem impendit, eodem prorſus modo, quo gravitatis vis deorſum pondus impellit, & actione perpetua in motum accelerat. Proinde, cum cordis potentia ponderi per corollarium *Newtonianum* definito æqualis eſt,

ea

ea motum eundem durante ſyſtole in ſanguinem imprimet, quem pondus iſtud eodem tempore cadendo per gravitatis vim comparabit. Ita vero cum mentem ſuam exponit vir cl. ſublatum iri penitus objectionem iſtam noſtram confitemur; ſi nimirum cordis potentia prædicto ponderi æqualis ſit, eademque conſiſtat in æquabili preſſione per totam ſyſtolen continuata. Atqui ex duabus iſtis propoſitionibus poſteriorem neutiquam probare conatur vir doctiſſimus, ſed hypotheſeωs loco ponit; quamvis nos rationibus quibuſdam adductis contrariam ſententiam conati ſumus veriſimiliorem reddere; nempe, quod cordis potentia nequaquam æquabiliter agat in ſanguinem per totam ſyſtolen, ſed cum totas vires exigua temporis particula collegerit, inde uno impetu in ſanguinem irruat, eumque ex ventriculis expellat, eo modo quem in diſſertatione noſtra epiſtolari fuſius expoſuimus. Priorem vero propoſitionem, etiam conceſſa viro cl. iſta hypotheſi, falſam eſſe mox demonſtrabimus.

Corollarii *Newtoniani* ſenſum quod attinet, nolumus lectori moleſtiam nimiam faceſſere, cum neque putemus ejus intereſſe uter *Newtoni* mentem rectius acceperit; neque ita perſpicue ſententiam ſuam expoſuerit doctiſſimus adverſarius, quin periculum ſit, ne aliquem ei ſenſum affingamus, quem ipſe forſitan, ſi poſſet adhuc ſe defendere, foret repudiaturus. Id vero adnotaſſe operæ pretium erit, quod cum loquatur *Keillius* de vi qua ex orificio aliquo aqua exprimitur, *Newtonus* nullum omnino verbum in iſto corollario poſuerit, quo aqua per vim aliquam exprimi ſignificetur; ſed pondus ſolum determinaverit æquale iſti vi, qua totus aquæ effluentis motus generari poteſt, ſive quod gravitatis vi cadendo motum comparare poteſt motui aquæ eodem tempore effluentis æqualem.

Quod

Quod autem corollarium illud, si non male intellexerit vir cl. certe non satis apte usurparit, facile perspiciet lector eruditus, qui animum adverterit, quid intersit discriminis inter effluxum aquæ ex foramine in fundo vasis semper pleni, quomodo a *Newtono* consideratur in eo corollario, & effluxum sanguinis ex corde in aortam. In casu enim priori, aqua jam totam velocitatem comparavit, & per datum temporis spatium æquabiliter effluit ex foramine. At cordis vis per hypothesin *Keillianam*, applicatur sanguini in ventriculo quiescenti, & eum primo temporis momento velocitate infinite parva versus aortam propellit; continuata vero æquabili pressione tandem ei finitam velocitatem imprimit, eamque perpetim auget, donec omnem sanguinem ex ventriculo expulerit.

Rursum in casu *Newtoniano* consideratur motus non quidem totius aquæ cataracta contentæ, quæ omnis in motu constituta est, & diversa velocitate versus exitum tendit, sed aquæ solum in ipso foramine positæ & jam exilientis. Vis autem cordis toti sanguinis moli ventriculo contentæ motum imprimit, totamque versus aortam propellit.

Denique negamus pondus quinque unciarum, a viro cl. determinatum, posse eam motus quantitatem durante cordis systole per gravitatis vim comparare, quam cordis potentia producit; concessa etiam ei hypothesi ista, quod cordis potentia in æquabili pressione consistat. Per hanc enim hypothesin erit motus a ventriculi sinistri potentia productus, ex calculo nostro, *pag.* 77, 79. æqualis motui ponderis octodecim librarum circiter, quod singulis minutis secundis longitudinem digitalem percurrat. Motus autem, quem pondus quinque unciarum durante cordis systole, si tollatur omnis arteriarum & sanguinis præcedentis

dentis

dentis resistentia, sive decima parte minuti secundi, per gravitatis vim comparabit, æquabitur fere motui ponderis duodecim librarum, quod supraposita velocitate moveatur. Quod si cui libuerit, adsumpta hac hypothesi, verum pondus definire, quod cordis potentiæ æquale est; is posito calculo eliciet pondus unciarum circiter septem cum semisse. Hoc enim, durante systole cordis, eundem fere motum cadendo comparabit, quem producit ipsa cordis potentia.

Sed inquiet forsitan aliquis, discrimen modo expositum inter motum a *Keilliano* pondere acquisitum, & motum ex potentia cordis oriundum, inde proficisci potuisse, quod forte minus accuratæ fuerint positiones illæ, quibus characteres algebraicos in calculo nostro ad numeros revocavimus. Cui dubio ut occurramus, & ostendamus simul nos longe majus discrimen inventuros fuisse, nisi contigisset ut positiones istæ *Keillio* faverent; operæ pretium erit casum aliquem simpliciorem adsumere, quo data moles aquæ, per datum orificium, dato tempore, per vim aliquam sive pressionem æquabilem exprimatur, quæ sunt conditiones ab adversario positæ ad potentiam cordis definiendam.

In eo autem casu demonstrabimus neque motum aquæ effluentis, neque motum toti tandem moli aquæ per vim illam impressum, motui aquæ in corollario *Newtoniano*, neque vim eam sive pressionem, ponderi per istud corollarium definito, æquari. Quod si præstare licuerit, corruat funditus necesse est tota demonstratio *Keilliana*.

Adsumemus igitur cylindrum aquæ datum, tubo cylindrico infinitæ longitudinis contentum; eritque pro orificio ista sectio tubi ad quam pertingit utralibet aquæ superficies, alteri autem superficiei vis applicabitur ope emboli eadem dia-

metro cum ipſo tubo. Perfluat jam dato tempore data quævis aquæ quantitas per dictam ſectionem tubi; tum alia quantitas æqualis per foramen pari diametro factum in fundo vaſis, quod more *Newtoniano* uſque plenum conſervatur: & primo loco diſpiciamus, utrum pares futuri ſint, in utroque caſu, motus aquæ effluentis.

Exponatur tempus effluxus aquæ per rectam AC, *Tab.* III. *Fig.* 9. velocitas autem æquabilis, qua aqua effluit ex foramine in fundo vaſis, per rectam AB. Unde moles aquæ effluentis ex foramine, cum ſit in ratione temporis & velocitatis conjunctim, exponetur per rectangulum ABCD; & motus ejuſdem exponetur per ſolidum parallelepipedon, ex eodem rectangulo ducto in altitudinem AB, quippe qui ſit in ratione compoſita ex rationibus molis & velocitatis.

In caſu altero, ubi aqua per tubum cylindricum fluit, tempus, ut prius, exponetur per eandem rectam AC; velocitas autem aquæ erit in ratione temporis, quippe cum vis adhibita, ex hypotheſi, in datam aquæ molem æquabiliter agat, & proinde repræſentabitur per rectam mutabilem FG, rectæ AF, ſive tempori ab initio effluxus, proportionalem. Molecula autem aquæ, particula temporis FH prædictam ſectionem præterfluens, exponetur per rectangulum ex ipſa FH ducta in exponentem velocitatis FG; vel, ſi evaneſcere intelligatur rectula FH, per trapezium FGIH, & moles aquæ toto tempore AC præterfluens ſignificabitur per triangulum rectangulum ACE. Et quoniam ex hypotheſi moles iſta moli aquæ in caſu priore effluenti æqualis eſt, erit triangulum ACE æquale rectangulo ABDC; unde CE, ſive velocitas acquiſita in fine temporis AC, dupla erit velocitatis CD, ſive AB, qua aqua ex foramine in fundo vaſis effluebat. Motus autem aquæ parti-

cula temporis F H præterlabentis, cum ſit in ratione molis & velocitatis conjunctim, exponetur per priſma evaneſcens, quod fit ex trapezio FGIH ducto in velocitatem FG: unde totus motus aquæ toto tempore A C præterfluentis exponetur per pyramidem, cujus baſis eſt quadratum rectæ C E, cujuſque altitudo perpendicularis eſt ipſa A C. Quæ pyramis cum ſit ad parallelepipedon caſu priore definitum, ut 4 ad 3, erunt quoque motus aquæ effluentis in utroque caſu in eadem ratione, & proinde inæquales, quod primo loco demonſtrandum ſuſceperamus.

Proximum eſt, ut oſtendamus motum tandem impreſſum toti aquæ tubo contentæ, non eſſe æqualem motui in exemplo primo determinato. Hic autem, cum tota iſta moles aquæ per poſitiones ſupra ſcriptas neutiquam definita ſit, adſumemus eam æqualem moli expoſitæ per rectangulum A B C D, quæ in caſu primo effluit ex foramine, quæq; in ſecundo ſectionem dictam præterfluit. Unde cum totus motus ei tandem impreſſus, ſit in ratione molis & velocitatis in fine acquiſitæ, idem exponetur per parallelepipedon ex rectangulo ABDC ducto in rectam C E. Hoc autem eſt ad parallelepipedon, primò caſu definitum, ex eodem rectangulo & recta C D, ut altitudo C E ad altitudinem C D, ſive in ratione dupla. Porro, cum molem aquæ tubo contentæ per quodvis aliud rectangulum, loco rectanguli A B C D, exponere licuiſſet, patet inde motum hunc poſſe quamlibet rationem ad motum primo caſu definitum obtinere, & idcirco nequaquam eidem eſſe æqualem. Quod erat ſecundo loco demonſtrandum.

Supereſt, ut oſtendamus vim in hoc caſu adhibitam ponderi per corollarium *Newtonianum* definito non eſſe æqualem. Hæc autem vis & vis

gravitatis agens in istud pondus, cum ambæ sint æquabiles, erunt in ratione motuum ex iisdem dato tempore productorum. Quos cum inæquales esse modo demonstratum sit, erunt illæ vires itidem inæquales. Quod erat demonstrandum postremo.

Pergit vir cl. ad alterum illud vitium, quod ego in ejus solutione reprehenderam, nempe quod velocitatem sanguinis ex corde effluentis æquabilem posuerit, quam insigniter inæqualem fieri a me demonstratum est. Negat autem se æquabilem velocitatem sanguini tribuisse, sed pro summa diversarum omnium velocitatum velocitatem mediam usurpasse. Præterea nondum satis sibi constare dicit, utrum æqualis vel inæqualis sit sanguinis ejecti velocitas, sed quæ pro æquali velocitate stat ratio, eam sibi firmiorem videri. Utrum vero, qui velocitatem sanguinis inventurus, molem sanguinis expulsi ad orificium aortæ applicat, nulla facta mentione neque diversarum velocitatum, neque velocitatis mediæ, velocitatem sanguinis æquabilem ponat, penes æquum lectorem sit judicium. Idem quoque facile æstimabit, utrum vis aliqua, sive pressio, fluido in vase quiescenti applicata, quæ est hypothesis viri doctissimi, id fluidum primo temporis momento, eadem velocitate, qua in fine, propulsura sit.

Postquam ita satisfactum putat vir cl. iis objectionibus, quas contra priorem suam methodum attuleram, jam ad alteram illam faciliorem vindicandam accedit. In hac ego animadverteram virum cl. adsumere istam propositionem, quod vires cordis in diversis animalibus sint in ratione ponderum; item ponere velocitatem sanguinis ex secta iliaca arteria profluentis æqualem ei, qua sanguis ex corde in aortam emittitur; quas ambas positiones falsas esse a nobis demonstratum est. Vi-

tium posterius non defendit vir cl: prius vero tuetur *Borelli* & aliorum doctorum virorum auctoritate, qui assumptionem istam sæpius usurparunt. Ita quidem, & nos ejusmodi assumptionem in *Borello* reprehendimus, neque valet cujusquam auctoritas contra legitimam demonstrationem. Superest ergo viro cl. ad examen revocanda nostra demonstratio. Hanc autem fallaci quodam principio inniti putat, quo cum omnia theoremata nostra superstructa sint, communi ruina omnia involvit. Ait enim me ponere, quod ventriculi cordis, tanquam solidum corpus data velocitate latum, in sanguinem impingunt, eoque ictu motus sui partem eidem communicant. Quam hypothesin motui neque sanguinis, neque cordis, neque aeris ex pulmone expressi,competere censet vir clarissimus.

Quod pulmonem attinet, quoniam hoc obiter attingere voluit vir doctissimus, agnosco me considerasse pulmonem,inter contrahendum, tanquam data velocitate impingentem in aerem contentum, idque consulto fecisse profiteor. Quum enim tum *Bellinus*, tum alii multi viri doctissimi, quos inter eminet cl. adversarius, multa protulerint de vi illa, qua aer, inter exspirandum, in sanguinem pulmones præterfluentem agit,ejusque moleculas dissolvit; quam solutionem ipso exspirationis initio censent accidere; mihi propositum erat hanc ipsorum sententiam ad trutinam revocare. Videbam autem, quod, si aerem per vim æquabilem, sive pressionem, expelli statuerem, motus aeri a pulmone impressus initio exspirandi, sive reactio aeris in pulmonem, adeoque in sanguinem præterfluentem, pro quantitate infinite parva habenda erat; adeoque nihil omnino eorum effectuum, qui ipsi adscribebantur, præstare poterat. Ita vero si fecissem, jure questuros putabam *Bellini* sequaces,

quod

quodinique secum ageretur; quippe cum rejiceretur ipsorum sententia propter demonstrationem ex hypothesi arbitraria & eadem omnium adversissima deductam. Malui igitur ex illa hypothesi demonstrationem deducere, quæ omnium maxime ipsis faveret, maximamque motus quantitatem, exspirandi initio, aeri tribueret. Hæc autem erat, qua ponebatur pulmo, initio exspirationis, data velocitate in aerem impingere.

Cæterum in potentia cordis definienda istam quidem hypothesin, qua ipsius ventriculi, omni impetu momento temporis concepto, tanquam solidum corpus data velocitate præditum, in sanguinem irruunt, primo loco propono, tanquam omnium simplicissimam, ex eaque solutionem deduco. Atqui deinde considero tum eam hypothesin, qua ventriculi cordis motum omnem suum particula temporis admodum parva concipiunt, quæque mihi veri simillima videtur, tum ipsam hypothesin *Keillianam*, atque alias infinitas; iisque omnibus solutionem meam accommodo. Adeo ut, sive istud principium incertum & fallax, sive verum & stabile reperiatur, nihil exinde solutionis nostræ certitudini detrahatur.

Non tamen videmus aliquid argumenti allatum, quo minus istam positionem nobis adhibere, pari jure, atque viro cl. contrariam illam de vi sive pressione usurpare licuerit. Nihil sane spatii inter parietes ventriculorum & sanguinem intercedere non diffitemur, & tamen, quare res ictu peragi nequeat, nondum liquet. Certe, si cubo globum contingenti ictus imprimatur, cubus partem motus sibi impressi globo communicabit pari facilitate, ac si spatium inter eos intercesserit.

At hæc sunt corpora solida, & ubi de fluidorum motu agitur, longe alia res est. Discrimen sane inter ictus corporum solidorum, & actionem

sive

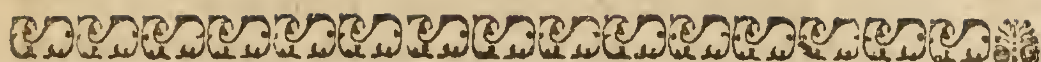
five folidi in fluidum, five fluidi in folidum, fufius exponit vir cl. quod difcrimen cum me minus advertiffe cenfeat, ex eo fonte fluere pronunciat quicquid erroris in meis propofitionibus continetur. Ego vero differentiam iftam ut recte traditam a viro cl. lubens admitto; & aio me communem illam doctrinam neutiquam ignoraffe, cum nihil frequentius in mechanicis fcriptoribus occurrat; fed cafus quofdam novos expofuiffe, quibus ea doctrina cum adhiberi nequiret, alia erat ineunda ratio atque hactenus fuerat ufurpata. Ea tribus verbis abfolvi poteft. Nam, ut exemplo facillimo utamur, quiefcere ponatur cylindrus aquæ datæ longitudinis in dato tubo, & moveatur per iftum tubum cylindrus alius folidus pari diametro, ac data velocitate in cylindrum aqueum impingat. Quid inde futurum eft? Nempe totus cylindrus aquæ eo ictu in motum ciebitur, pari ratione,ac fi fuiffet & ipfe folidus cylindrus: alter vero cylindrus motus fui partem momento temporis deperdet, & ambo cylindri communi velocitate per tubum deferentur. Simili modo res eveniet, fi cylindrus aqueus per tubum fluens, cylindro folido quiefcenti impegerit. Quod fi cylindrus aqueus data velocitate per tubum feratur, eique occurrat cylindrus folidus alia velocitate, ita ut quantitates motuum cylindri aquei & folidi utrinque pares fint; jam momento temporis deftruetur utriufque cylindri motus, pariter ac fi duo folida corpora, æquali motu prædita, fibi mutuo occurrant. Cafus magis compofitos quofcunque, ex differtatione noftra de motu aquarum fluentium, facile eruet lector eruditus; idemq; fimul videbit, quomodo id fieri poffit, quod adverfarium cl. præcipue torfiffe videtur, nempe, quod fanguinem toto impetu ex ventriculo ruentem fifti

sisti posse docuerim, occurrente in contrarium corpore solido data motus quantitate prædito.

Quod autem nos amice admodum hortatur vir candidissimus, ut seposita nostra de vasorum ictu hypothesi, & vi pressuræ, qua naturam uti censet, pro principio adhibita, theoremata alia construamus: id profecto, nisi gravi morbo impeditus, perfunctorie prorsus evolvisset nostram dissertationem, dudum a nobis præstitum animadvertere potuisset. Quum enim ponimus motum cordis in ratione temporis augeri, eadem utique hypothesi utimur, ac si vim pressionis adhibeamus. Hoc autem posito, motum ex cordis potentia oriundum determinavimus, duplo scilicet majorem, quam ubi ventriculorum ictu res peragitur. Calculum vero ipsum, ut satis facilem, & priori nostro similem, lectori reliquimus instituendum. Quæ autem sequuntur theoremata, & in iis theorema quintum, quod rejiciendum statuit vir cl. tanquam ex hypothesi de ventriculorum ictu deductum, neutiquam pendent ex ista hypothesi, sed ex ipsa hypothesi doctissimi adversarii, pari facilitate demonstrantur.

Nequaquam dubitamus, quin ipse vir cl. quid ista veri habeant, si in vivis adhuc ageret, pro sua sagacitate facile perspecturus foret; jam vero, quoniam egregium illud rei medicæ lumen amisimus, eadem aliis eruditis perpendenda simul proponimus & dijudicanda. Tibi præsertim, vir doctissime, cujus auctoritatem & ille plurimi fecit, & nos præcipuam habemus, judici simul integerrimo, & maxime idoneo, totam istam disputationem lubentissime permittimus.

DISSER-



DISSERTATIO VIII.

De ſpecifica gravitate ſanguinis humani. Edita anno 1719. *in Tranſact. Philoſoph.* N° 361.

EX viri celeberrimi, *Antonii Leeuwenhoekii*, & aliorum obſervationibus notiſſimum eſt, conſtare ſanguinem humanum particulis rubris, globularibus, pellucidæ lymphæ, ſive ſero, innatantibus. Quarum naturarum, licet gravitate ſpecifica diſcrepantium, ſeparatio prohibetur calore corporis, & motu earundem circulari per venas & arterias. At cum ſanguis, e vena emiſſus, in vaſe ſtagnat & frigeſcit, particulæ globulares ad ſe invicem coeuntes, & pondere, quo ſerum ſuperant, ſubſidentes, coagulum iſtud conficiunt, quod in imo vaſe cernitur, ſero ſupernatante.

Ita quidem ſemper fit, modo nihil obſtet deſcenſui coaguli. Aliquando tamen accidit, ut ſive bullulis aereis, quas ſanguis inter cadendum contrahit, quæque ejus ſuperficiei cohærent, ſive adhærendo vaſis margini, ſuſpendatur coagulum, & in ſummo ſero natare videatur.

Ex hujuſmodi caſibus orta primum videtur iſta opinio, quæ ab omnibus fere auctoribus ſuſcepta eſt, leviorem eſſe ſero partem ſanguinis globularem. At eandem extra dubium confirmaſſe videbatur auctoritas nobiliſſimi *Boylei*, qui in hiſtoria naturali ſanguinis humani, inter alia præclara & eximia experimenta, ſequentia recenſuit.

Librata massa ceræ sigillaris primum in sero sanguinis humani, deinde in aqua, deprehensum est pondus specificum istius seri ad pondus aquæ se, habere in ratione 1024, ad 1000.

In altero experimento, quod majoris accurationis gratia, factum est instrumento in hunc ipsum usum fabrefacto, inventum est pondus specificum seri ad aquam se habere, ut 1194, ad 1000.

In experimento tertio, facto ope ejusdem instrumenti, serum ex sanguine alius subjecti inventum est gravitate specifica 1186.

Medium inter bina postrema experimenta est 1190: quæ deinde ab omnibus habita fuit specifica gravitas sanguinis humani, pronuntiante ipso *Boyleo* experimentum primum minus accurate fuisse institutum, quam duo subsequentia.

Sanguinis humani gravitas specifica ab eodem *Boyleo* definita est ad aquam se habere, ut 1040, ad 1000: attamen ob impedimenta quædam, quorum mentionem facit in opere prædicto, non potuit huic experimento penitus acquiescere, sed rem ulteriori examini reliquit.

Hæc tamen experimenta cum hactenus nemini in dubium vocata sint, & ex iisdem constet serum sanguinis ipsum sanguinem superare gravitate specifica, in ratione 1190, ad 1040, sive 8 ad 7 proxime: inde necessario sequebatur globulos sanguineos leviores esse sero, & quidem multis partibus leviores, quod aliis experimentis esset deprehensum molem coaguli multo esse minorem mole seri.

Inde vero orta est opinio satis verisimilis, constare globulos istos tenuibus vesiculis aerea natura repletis. Cui sententiæ non minimum momentum accedere videbatur, quod in contuenda circulatione sanguinis ope microscopii, cernerentur singuli globuli sanguinei, in transitu per venam angustissimam, paulum comprimi in formam ovalem, &

emergentes

emergentes ex iſtis anguſtiis figuram ſphæricam denuo reciperare: quod phænomeni ſatis apte referebatur ad vim elaſticam auræ prædictæ incluſæ.

Hac opinione, ſive conjectura, nituntur explicationes multæ phænomenων in animali œconomia, ejuſque perturbationibus, conſpicuorum; inter alia non una ratio motus muſculorum explicandi. Non vacat impræſentiarum ullam harum ad examen revocare, neque quidquam ea cauſa detractum velim famæ clariſſimorum auctorum, quibus anſam dederit ejus opinionis ſuſcipiendæ, auctoritas viri ſupra laudati merito maxima inter philoſophos. At liceat, oro, mihi fundamentum iſtud penitus excutere, cui moles tanta ſuperſtruatur. Quod cum facio, ſpes eſt experimenta ſequentia, utcunque prima facie levia videantur, tamen attentione Regiæ Societatis non indigna judicatum iri, ſi inſervire poſſint ad errores graviſſimi momenti philoſophantium animis detrahendos.

Exp. 1. Cum coagulum ſanguinis margini vaſis adhæreret, eaque ratione ſero innatare videretur, ſæpe portiunculam ejuſdem abſciſſam in aliud vas ſero repletum injeci; quo facto confeſtim ad imum ſubſidit.

Exp. 2. Cum coagulum in ſummo ſero fluitaret ope bullularum aerearum eidem adhærentium, abſcidi partem eam, quæ maxima bullularum copia ſcatebat, eamque in aliud ſerum injeci, in quo, ut prius, bullularum ope natabat. Deinde vas illam coaguli partem in ſero continens antliæ pneumaticæ impoſui, cumque exhauriendo aere bullulæ iſtæ omnes crepuiſſent, portio coaguli prædicta ad imam ſeri partem demerſa eſt.

Exp. 3. Sæpius ſpectavi, ope microſcopii, guttulam ſeri, qua parum admodum ſanguinis erat ſolutum, vitro nitido adhærentem; animadverti autem, cum vitrum ſitu erecto teneretur, globulos ſanguineos ad imam ſeri partem deſcendere: quod cum factum eſſet, & inverteretur vitrum, denuo globuli omnes ad fundum deferebantur. Idem fuit eventus, cum inderetur tubulo capillari parum ſeri ſanguine mixti: quod etiam jamdudum obſervatum reperio clariſſimo *Leeuwenhoekio.*

Patet extra omne dubium, ex prædictis experimentis, coagulum, ſive partem ſanguinis globularem ſpecifice graviorem eſſe ſero ejuſdem; & proinde nulla veriſimilitudine niti eam opinionem, qua globuli ſanguinei cenſentur veſiculares, & repleti aere, aut alia ulla natura ſero leviore. Atqui eoſdem nullo fluido elaſtico repletos eſſe conſtabit ex ſequenti experimento.

Exp. 4. Sero ſanguinis humani tantillum ipſius ſanguinis admiſcui, in eum finem, ut globuli ſatis rari, & proinde diſtincte conſpiciendi, per ſerum ſpargerentur. Impoſita deinde hujus liquoris guttula ſuperficiei internæ tubi vitrei, ipſum tubum antliæ pneumaticæ aptavi, & microſcopium juxta conſtitui, cujus ope globuli per tubum cernerentur. Tum vero, cum antliæ ope aer ex tubo educeretur, ipſe oculum in globulos intentum habebam; ſed eos nihilo auctiores mole reperiebam in ipſo vacuo, ac antea fuerant. Atqui ſi fluido elaſtico repleti eſſent, eos aut diſrumpi neceſſe erat, aut ſaltem ſeptuageſies, vel etiam octogeſies, magnitudine augeri. Poſtea aere rurſum in tubum admiſſo, prorſus immutata cernebatur globulorum magnitudo.

Reponi forsan poterit, doctissimum quendam societatis hujus sodalem, in libro nuper edito, contrarium huic nostræ observationi posuisse, cum dicat globulos sanguineos in exhausto recipiente machinæ pneumaticæ confestim tumescere, & in magnitudinem incredibilem distendi. At cum vir cl. minime nos docuerit quali experimento id didicerit, non absonum fuerit putare eum in id erroris inductum fuisse opinione vulgari globulorum aere repletorum, quam tuetur in prædicto libro; præterquam quod audierit, aut viderit, bullulas multas ex sanguine erumpere in antlia pneumatica, eodem modo atque ex aliis fere omnibus liquoribus erumpunt. Quæ bullulæ cum ex liquore viscido, qualis est sanguis, non facile se expediant, prædictum phænomenon viro cl. exhibere potuerunt. De hoc vero utcunque statuatur, ut omnem disputandi ansam præcidamus, & vitemus illud, *utri creditis, Quirites?* testem adducimus, de cujus sive peritia, sive fide nemo dubitavit, nempe doctissimum *Machinum* R. S. Secretarium: qui cum interfuerit huic experimento sæpius repetito, plane compertum habet nihil interesse discriminis in magnitudine globulorum sanguinis, sive in aere, sive in vacuo spectatorum. Data autem hac occasione, prima etiam duo experimenta illo præsente instituta sunt, eodem eventu, ac supra positum est.

Etsi falsitas suprapositæ opinionis extra omnem dubitationem ex antedictis posita videatur, tamen in eorum gratiam, qui scire velint verum pondus specificum sanguinis humani & seri ejusdem, idem demonstrabimus in modum *Boyleanum* per experimenta hydrostatica.

Exp. 5. *Novembr.* 13. *anno* 1713. Cum portio sanguinis mei per horas 24 in vase stetisset, serum ejusdem

ejuſdem purum, ope ſiphonis capillaris, in phialam aliam eductum eſt, & per bilancem hydroſtaticam *Hauksbejanam* ejuſdem gravitas ſpecifica deprehenſa eſt ſe habere ad aquam, in ratione 1029.8, ad 1000.

Exp. 6. *Febr.* 21. 1716-17. Serum ex ſanguine alius ſubjecti eodem modo inventa eſt gravitate ſpecifica 1028.6.

Exp. 7, 8, 9. *Apr.* 8. 1717. Nactus ſum tres portiones ſeri ex ſanguine trium hominum diverſorum. Harum primum erat colore citrino intenſiore, ad rubrum vergente, paulo turbidius. Erat ejus gravitas ſpecifica 1029.7.

Secundum itidem paulo turbidius, pallidum, albeſcens, erat gravitate ſpecifica 1030.2.

Tertium colore citrino, claro, inventum eſt gravitate ſpecifica 1030.

Quamvis iſta quinque experimenta & accuratiſſima bilance, & magna diligentia facta fuerant; tamen viſum eſt, in majorem rei evidentiam, experimentum ſubſequens alia ratione inſtituere.

Exp. 10. *Jan.* 15. 1718-19. Ex vaſculis quinque vel ſex, ſanguine hominum diverſorum repletis, omne ſerum exhauſi. Id vero cum ſanguine ipſo aliquatenus tinctum viderem, quod ad ima fere vaſcula eductum eſſet, eo conſilio, ut copia ſeri ſatis magna pararetur; ea cauſa quieſcere eidem permiſi per biduum. Quo tempore cum globuli omnes ſanguinei ad fundum ſubſediſſent, ſerum ipſum purum jam clarumque, ope ſiphonis capillaris, eduxi in phialam vitream collo anguſtiore, donec aſſurgeret ad notam in phialæ collo ſignatam. Eam deinde phialam ſero plenam accuratæ bilanci impoſui, & habita ratione ponderis

ris

ris ipſius phialæ, deprehenſum eſt pondus ſeri granorum 2284 $\frac{1}{4}$.

Tum effuſo ſero, phialam aqua fluviali pura replevi ad eandem notam, & inveni pondus aquæ granorum 2219.

Unde elicitur gravitas ſpecifica hujus ſeri 1029.4.

Exp. 11. *Jul.* 14. 1719. Paravi copiam ſanguinis emiſſam ex arteria temporali, cujus ſerum, eodem modo ponderatum, fuit gravitate ſpecifica 1028.8.

Adeo prope inter ſe conveniunt iſta experimenta, & in ſero hominum diverſorum, & diverſis anni tempeſtatibus, inſtituta, ut tuto admodum, medio inter omnia ſumpto, definire poſſimus gravitatem ſpecificam ſeri ſanguinis humani eſſe 1029.5, vel numero rotundo, 1030. Quo nullum ex prædictis experimentis longius abeſt quam parte una circiter milleſima; cum inter eadem & experimenta *Boyleana* reperiatur diſcrimen 160 partium milleſimarum.

Exp. 12. *Apr.* 6. 1717. Ad inveniendam gravitatem ſpecificam ſanguinis humani, qui, cum admodum tenax ſit & ſubito in coagulum abeat, nequit examinari ope bilancis hydroſtaticæ, uſus ſum phiala colli anguſtioris; quam replevi, ad notam in collo ſignatam, ſanguine recens ex vena emiſſo. Hic ad bilancem expenſus, eodem modo atque prius in ſero factum erat, exhibuit gravitatem ſpecificam 1051.

Exp. 13. *Aug.* 5. 1717. Repleta eadem phiala ſanguine ex ipſa vena per infundibulum decurrente, inventa eſt gravitas ſpecifica 1053.

Cum

Cum hic ſanguis in phiala refrixiſſet, animadverti eundem ſubſediſſe paulum infra notam in phialæ collo ſignatam: unde, aqua affuſa, donec notam attingeret, cum parum intereſſet, ſive aqua, ſive ſanguis, tantula copia infunderetur, deprehenſa eſt gravitas ſpecifica ſanguinis frigidi 1055.

Exp. 14. *Aug.* 6. 1718. Repetito ſuperiore experimento, eodem modo ac anno priore factum erat, iterum deprehenſum eſt pondus ſpecificum ſanguinis frigefacti 1055.

Exp. 15. *Jul.* 14. 1719. Sanguis arterioſus, cujus ſero poſtea uſi ſumus in experimento undecimo, eodem modo expenſus, inventus eſt pondere ſpecifico 1052.5.

Cum ſanguis iſte arterioſus ejuſque ſerum non magis diſcrepet gravitate ſpecifica a ſanguine & ſero venoſo, quam variæ hujus portiones differant inter ſe; patet nihil aut parum ſaltem intereſſe diſcriminis, ratione ponderis, inter ſanguinem ſive ex venis, ſive ex arteriis emiſſum. Docet ſane œconomia animalis, ſerum perpetim auferri ex ſanguine arterioſo per varias corporis ſecretiones; ſed cum admodum parum in una circumitione exhauriatur, ſanguis eadem fere denſitate incidit in venas, atque per arterias defertur.

In experimento 13 deprehenſum eſt augeri pondus ſpecificum ſanguinis, cum frigeſceret, ex 1053 ad 1055: unde licet arguere, pondus ſpecificum ſanguinis in 12 experimento futurum fuiſſe 1053, ſiquidem & ipſi pariter frigeſcere permiſiſſem. Sumpto itaque medio inter quatuor iſta experimenta, uſurpari poterit pondus 1054 pro vero pondere ſpecifico ſanguinis humani frigeſcentis.

Diſcrepat

Diſcrepat iſtud pondus partibus milleſimis quatuordecim a pondere ſpecifico *Boylei*: id vero minime mirabimur, ſi animadvertamus virum illum clariſſimum non uſum eſſe vaſculo in collum anguſtius abeunte: quod luculenter patet attendentibus hiſtoriam experimenti *Boyleani*; unde fieri potuit, ut minimus error in altitudine liquoris capienda, diſcrimen ſatis magnum effecerit ponderis ſpecifici.

Habita itaq; gravitate ſpecifica ſanguinis 1054, ſeri autem 1030, ſanguis ſerum ſuperabit pondere quaſi una parte quadrageſima tertia. Unde luculenter patet coagulum, ſive partem ſanguinis ex globulis conſtantem, ſero eſſe ſpecifice graviorem; quod ea parte ex ſanguine dempta, reliquum, hoc eſt ſerum ſpecifice levius reperiatur.

At ſi definire velimus accuratam iſtorum globulorum gravitatem ſpecificam, prius inveniendum eſt, quæ ſit ratio inter moles duarum iſtarum partium, ſanguinem conſtituentium, ſeri, & globulorum. In eum finem bis obſervavit cl. *Boyleus* pondera coaguli & ſeri per ſubſidentiam in vaſculo ſeparati. Id vero cum difficillimum ſit ut accurate fiat, eſt etiam animadvertendum, relinqui adhuc ſerum, copia ſatis magna, in interſtitiis globulorum coagulum conſtituentium.

Penſatur tamen aliquatenus id incommodum binis aliis experimentis, ab eodem viro cl. factis hunc in modum. Indidit alembico coagulum ſero exemptum, & reliquam in eo ſeri partem per deſtillationem elicuit, ita tamen ut nec oleum, nec ſal volatilis ex eodem educeretur: deinde liquoris deſtillati, & reliquæ maſſæ arefactæ, pondera ad bilancem exegit.

Si poſteriorum horum experimentorum, una cum binis præcedentibus, ratio ineatur, deprehendetur ſerum partes decimas quintas quaſi trede-

cim ſanguinis conficere, unde relinquitur pondus coaguli exſiccati $\frac{2}{15}$.

Ea vero cum nondum animo meo ſatisfacerent, vir ingenioſus & chymiæ peritiſſimus, *Johannes Brown*, ſatis magnam ſanguinis humani copiam, nempe libras quatuor, uncias quatuordecim, ad chymicam analyſin exegit.

Inde primum elicuit, igne leniſſimo, phlegmatici liquoris libras duas, uncias quatuordecim, drachmas ſex. Is liquor gravitate ſpecifica ad aquam proxime accedebat, ne integra quidem parte milleſima eandem ſuperans, & nares odore fœtido, quem exhibent animalium partes inter deſtillandum, non niſi leviſſime feriebat. Affuſum huic alumen aqua ſolutum, vix quicquam coaguli induxit; at vitriolum Romanum aqua pariter ſolutum, coagulum exhibuit ſatis notabile.

Procedente deſtillatione, eodem calore, prodierunt adhuc ſeptem unciæ phlegmatis ſale volatili magis prægnantis, quod odore patebat. Erat ejus gravitas ſpecifica 1007; & affuſa nunc tinctura Martis optima pharmacop. *Londin.* nunc alumine, aut vitriolo Romano, aqua ſoluto, coagulum ſatis magnum ſubſidere cernebatur. Producta hactenus deſtillatione compertum eſt, uncias duas & totidem drachmas in vapores abiiſſe.

Adhibita deinde majori ignis vi, tertia liquoris portio evecta eſt, ſeptem unciarum & drachmarum ſex. Turbidus is erat, & colore rubicundior, adeoque fœtus ſale volatili, ut ſpiritus nomine dignus videretur: deprehenſa eſt autem ejus gravitas ſpecifica 1080.1.

Præbuit reliquum ſeptem drachmas ſalis volatilis, olei unciam unam, & demum uncias octo ſemis capitis mortui, adhuc aliquas olei reliquias conſitentis, cum flammam conciperet admota lucerna.

cerna. In poſteriori parte operationis avolarunt in auras unciæ tres, ſeptem drachmæ.

Si rationem jam ineamus diſcriminis inter gravitates ſpecificas trium liquorum primo elicitorum, & gravitatem ſeri, & ad computum revocemus eam liquoris partem quæ in auras abierit, cujus pondus ſpecificum non multum abludiſſe credibile eſt a pondere liquorum in reſpectivis proceſſibus elicitorum, patebit, inito calculo, quindecim circiter partes decimas ſeptimas ponderis totius maſſæ ſanguinis tribuendas eſſe ſero, adeoq; coagulum non niſi $\frac{2}{17}$ totius maſſæ conficere. Hinc autem ſequetur pondus ſpecificum globulorum ſanguinis ſe habere ad pondus aquæ, in ratione 1277, ad 1000.

Quod ſi, ex *Boylei* experimentis, tribuamus coagulo $\frac{2}{15}$ totius maſſæ, habebitur ejuſdem gravitas ſpecifica 1242.

Atqui nimius eſt, niſi me fallit, uterque computus; cum minime certum ſit omnem liquorem prædictum ex ſero ſolo prodiiſſe. Contra, pluſquam veriſimile eſt, elicitam eſſe magnam ejuſdem partem ex ipſis globulis ſanguineis; præſertim in fine deſtillationis, cum, igne fortiſſimo adhibito, fieri non potuerit, quin ipſorum compages ſolveretur. Id vero manifeſto conſtat vel ſolo intuitu coaguli exſiccati, cum ſero omni evecto, id aridum penitus & fragile reperiatur; at globuli coagulum conſtituentes ante deſtillationem molles fuerint. His de cauſis, forſan magis in rem cenſebitur, ſi alia ratione quantitatem globulorum invenire conemur.

Repertum eſt itaque *Boyleanis* experimentis, ſerum, quod a coagulo ſeparari poteſt, dimidiam fere partem totius maſſæ conficere. Quod relinquitur

quitur coagulum, partim globulis ipſis, partim ſero globulorum interſtitia replente conſtat. Hoc autem ſerum, ſi globuli formam ſphæricam tueantur, reperietur, ex geometricis, coagulo quaſi dimidio mole æquale: at minus paulo ſtatuendum eſt, ſi globuli, alii aliorum incumbentium pondere, in figuram minus ſphæricam comprimantur.

Si iſtam ſeri copiam globulis interjectam, ſero prius ſeparato addamus, efficietur, ſerum quaſi tres quartas partes, & globulos partem quartam ſanguinis conſtituere. Unde elicitur pondus ſpecificum globulorum ad pondus aquæ, in ratione 1126, ad 1000.

Si autem ponamus globulos conficere partem ſextam, quintam, tertiam, vel dimidiam ſanguinis, erit eorum pondus ſpecificum reſpective 1174, 1150, 1102, vel 1078. Adeo ut, quamcunque ex iſtis hypotheſin eligas, globuli ſerum ſanguinis longe ſuperent pondere ſpecifico, & proinde pro veſiculis aerea natura repletis haberi minime poſſint.

Quæretur itaque forſitan, quo conſtent iſti globuli.

Cui quæſtioni quo melius reſpondeatur, animadvertendum eſt,

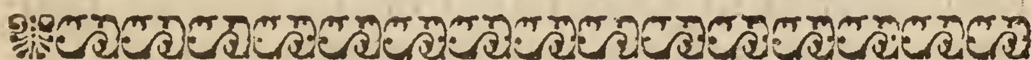
Conſtare ſanguinem phlegmate, oleo, ſale volatili & fixo, & terra. Spiritum enim, cum cl. *Boyleo*, cenſemus phlegmate & ſale volatili invicem mixtis componi.

Serum, in analyſi chymica, multum phlegmatis, cætera vero principia minima quantitate exhibet. Contra, coagulum phlegmatis minus, cætera autem majori multo copia ſubminiſtrat.

Ex quibus datis, ſatis tuto, ut videtur, ſtatui poterit globulos ſanguineos conſtare pauco phlegmate, oleo, ſalibus, & minimo terræ invicem miſtis.

Quæ

Quæ autem ſit accurata invicem proportio horum principiorum; quæ mutationes in corpore humano ex immutata iſta proportione oriantur; quo modo, & in qua corporis parte formentur iſti globuli; qua ratione formam ſphæricam tueantur, ut neque ſolvantur in ſero, nec ſibi invicem conglutinentur; quid in pondere eorum ſpecifico mutetur calore aut frigore; & qui effectus proficiſcantur ex iſtiuſmodi mutationibus, difficile admodum eſt definire; & tamen hæc tantum momentum obtinere videntur in œconomia animali, ut maxime optandum ſit, dari obſervationes idoneas numero ſufficienti, unde iſtis quæſtonibus reſponderi queat.



Additamentum.

CUM iſta jam ſub prælo eſſent, ſequentia experimenta inſtitui, quibus confirmari cum videretur methodus noviſſime uſurpata, inveniendi gravitatem ſpecificam globulorum ſanguinis, viſum eſt eadem hic adjicere.

Aug. 6. 1719. Portionem coaguli abſciſſam, aqua pura leviter ablui, ad auferendos globulos iſtos, qui poſt formatum coagulum, e ſero ſubſidentes, eidem non adhærebant. Id deinde chartæ bibulæ impoſui, ut exhauriretur liquor ſuperfluus; & poſtea cum ad libram exegiſſem primum in aere, deinde in aqua, deprehendi ejus gravitatem ſpecificam 1083.

Altera portio ejuſdem coaguli, eodem modo ad ſtateram examinata, dedit gravitatem ſpecificam 1082.9.

Sept.

Sept. 18. 1719. Alius coaguli portio inventa eſt pondere ſpecifico 1082.1.

Portio coaguli ex ſanguine alius ſubjecti fuit ut 1086.1.

Secunda portio ejuſdem habuit pondus ſpecificum 1086.6.

Unde ſequitur pondus ſpecificum globulorum non eſſe minus quam 1084, quod eſt medium inter pondera definita quinque iſtis experimentis.

At ſi concedamus ſero globulis interjacenti partem dimidiam molis coaguli, reperiemus globulorum pondus ſpecificum 1138.

Inde autem aliquantulum demere oportet, quod neceſſario aliqua pars ſeri, ex interſtitiis globulorum expreſſa ſit globulorum incumbentium pondere : unde proxime accedet eorum gravitas ſpecifica ad 1126, quam antea poſueramus.



DISSERTATIO IX.

De vi motrice.

ANimadvertenti mihi, & cogitanti ſæpenumero, quanta mathematicorum diſſenſione, quot ſcriptis ultro citroque editis, de vi motrice, jam a multis annis diſputetur, cum illud novum plane & inſolens videri ſolet, in re mathematica omnino eſſe controverſiam; tum vero tantam, tam multiplicem, atque diuturnam exſtitiſſe controverſiam, in ea præſertim diſciplina, ubi verum & inveniri facillime, & inventum certiſſime cognoſci queat, ut errorem aliquem vel uno verbo ſignificare, & quaſi digito commonſtrare, plerumque ſatis ſit, id profecto nemini non magnopere admirandum poteſt videri. Nec enim hominum rudium & imperitorum, nec de rebus arduis, reconditis, perobſcuris, eſt iſta altercatio: de primis & facillimis philoſophiæ mathematicæ principiis contendunt viri & ingenio excellentes, & doctrina præſtantes, & rerum uſu inveniendarum exercitati, permultarum, difficillimarum. Quæritur nempe, vis corporis in motum concitati, ſimplici velocitate, ex vetere & omnibus hucuſque probata doctrina, an, ſecundum clariſſimi *Leibnitii* placita, quadrato velocitatis metienda ſit. Quæſtio ſane minime difficilis, aut impedita: quæ tamen tanto agitatur ſtudio & contentione, ut jam non homines modo ſinguli, aut academiæ, ſed gentes etiam & nationes integræ, in diverſas ſententias, hinc inde diſcedant. Rem, mehercule,

mehercule, non literariam, ſed Europæ publicam agi cenſeas, & vel Lutherum, in philoſophia, novum exſtitiſſe, vel ſaltem id, quod nuper vidimus, inter adverſa regum potentiſſimorum fœdera diſceptari, utrum utri anteponendum videatur.

Et illos quidem animorum motus & certamina, per Europam fere totam jam gliſcentia, Georgii tandem Auguſtiſſimi conſilio & auctoritate conſediſſe cernimus: hic autem nullum neque exitum, neque modum reperire eſt. Nam ſi ad cauſas te convertas, unde motus oriuntur corporum, earumque vim & potentiam velis æſtimare, ut inde tandem ad effectum exiſtimandum perveniri poſſit; alia ſtatim, priore fere major, naſcitur concertatio. Quippe, fatentibus univerſis, cauſas naturales, in effectibus ſuis conſequendis, alias aliud temporis ſpatium conſumere; hi tamen pares eſſe cenſent omnes cauſas, quarum pares ſint effectus, nullo habito diſcrimine, longiore, an breviore tempore effectus iſti generati ſint: illi, contra, pares effectus ab inæqualibus cauſis, inæqualibus ſcilicet temporibus, proficiſci poſſe, atque adeo, in cauſa qualibet æſtimanda, non ſolum effectus inde orti, ſed temporis etiam, quo effectus iſte gignitur, rationem ineundam eſſe ſtatuunt.

Hæc autem nova ſi abeſſet altercatio, facile tolleretur omnis controverſia. Nam ſi, quod inter omnes omnium gentium aratores & aurigas convenit, id pariter conſtaret inter mathematicos, majorem ſcilicet habendam eſſe illam potentiam, quæ minore temporis ſpatio eundem effectum conſequitur; certo utique poſſet æſtimari vis corporis moti, ex potentia id corpus impellente, & tempore impulſionis.

Hanc vero admirationem meam, magna ex parte, ſuſtulit hoſpes ex Germania recens, qui diſſenſionem iſtam caſu primum, & levi illuſtris mathematici

matici lapſu, ortam, contentione deinde, & partium ſtudio, longius provectam, innuere videbatur. Quærenti enim mihi, quibus potiſſimum argumentis freti, nullam temporis rationem habendam eſſe contenderent philoſophi *Leibnitianæ* ſententiæ faventes, qui nullum adducerent experimentum ad novam ſuam doctrinam comprobandam, quin, pari facilitate, ad veterem, & omnibus hactenus communem, confirmandam traduci poſſet, ſi modo computus iniretur temporis, quo quæque cauſa effectum ſuum conſequeretur: Quod, inquit, tu mihi tempus narras? An ergo nobiliſſimis per Europam mathematicis in conſilium adhibendum cenſes delirum illum ſenem, fronte capillatum, ab occipite calvum, qui alis & falce ornatus in puerorum terrorem incedit, adeo vecordem inſuper, ut nihil unquam moliatur, quod ipſe poſtea demoliri non conſueverit, quique etiam nuper judicum ſententia damnatus eſt? Quodnam, inquam, ob delictum, antiquiſſimus deorum? Tum ille. An tu unus ex omnibus mortalibus ignoras, quid divæ *Matheſi* nuper in Germania acciderit? Immo, nihil, inquam, audivi: narra, obſecro. Is autem, Scis profecto ſenem illum, a vetuſtiſſimis temporibus, tanta omnium rerum peritia, tanta exiſtimatione fuiſſe, ut ſine illo nihil unquam magnum nec dii, nec homines aggrederentur; ut fama ſit Jovem etiam, cum rerum naturam conderet, hujus potiſſimum & divæ *Matheſeos* opera uti voluiſſe. Argumento eſt, multam utriuſque mentionem fieri in reconditis illis myſteriis, quæ ipſa diva *Newtonum* docuit, de ſtellarum curſibus errantium.

Divæ certe *Matheſi* adeo ſemper familiaris fuit, ut nihil abſque illo moliretur. Hic operum omnium ſocius, hic itinerum comes perpetuus; adeo ut quum Syracuſas etiam iret, *Archimedi* auxilio

futura, in tellure loco dimovenda, res exitu caruerit, quod senex noster operi tam diuturno non vacaret.

Tantam amicitiam casus abrupit. Cum enim diva, hoc duce, per anfractus quosdam & abrupta montium Germanorum nuper incederet, & oborta subito caligine, ducem, longius forte præeuntem, non videret, repente * in altum corruit; unde toto fere corpore, facie præsertim, miserum in modum afflicta est. Cui præclarus ille dux, qui ancipiti in loco, manum ei, & fœminæ, & delicatulæ, tendere debuisset, sublato cachinno, Pol, inquit, domina,

Te, maris, & terræ, numeroq; carentis arenæ Mensorem, dejectus iste tantus fefellisse minime debuerat: at certe, nisi oculos prorsus occæcaret *Rhenanum* matutinum, ducem saltem, non ita longe præcedentem, cernere potuisses. Manu deinde sublevare voluit: at illa, improbitate offensa, longe a se abesse jussit; & tandem rusticorum opera sublata, barbitonsorum quorundam curæ se permisit; hujus opem, licet medicorum omnium & chirurgorum præstantissimi, constanter repudiavit. Illi ergo, cum remediis, quæ ad manum essent, uterentur, & quidem pro emplastris argillam udam adhiberent, fasciarum autem loco, vulnera obligarent laminis chalybeis elasticis, quarum in vicino forte pago erat fabrica ad usum horologiorum; eam non claudam modo, sed ita deformem reddiderunt, & cicatricibus fœdam, ut pulcherrimæ omnium matronæ facies agnosci amplius non potuerit. Unde, quod fœminæ solent, formæ injuria accensa & implacabilis, senem maleficii reum egit, lege *Cornelia*; tanquam eam, non per incuriam, aut imprudentiam, sed data opera in præceps dejecisset.

* Act. erudit. Lipsiens. ann. 1686.

Sedebat

Sedebat autem pro tribunali illuſtriſſimus *Leibnitius*, a lateribus viri præſtantiſſimi, *Hermannus*, *Wolfius*, *Graveſandius*, *Bernoullius*, & genus univerſum *Bernoulliorum* præter *Jacobum*; alii complures. Reum accuſabat ipſa, oratione ſane aſpera & vehementi: defendebant *Galilæus*, *Newtonus*, *Hugenius*, *Varignonius*, ſocietas regia *Londinenſis* integra, academia regia *Pariſienſis* tantum non integra, alii plures patroni. Tandem cauſa accurate cognita, pronuntiarunt omnes uno ore judices integerrimi, ſceleratum iſtum ſenem, capillitio & alis per carnificem abſciſſis, falce autem in fiſcum redacta, ad inferos ablegandum.

Atrox omnibus videbatur ſententia; & alii quidem miſerabantur, alii muſſitabant judices miſellum prius male odiſſe, non alia cauſa, quam quod ipſis in re mechanica occupatis moleſtus ſemper & importunus occurrere conſueverit, & omnino habendam eſſe ſui rationem clamitaret. Ipſe ad poſteros provocabat, & magna voce, famæ judicum minitabatur. Tandem, multis deprecantibus, mitigata eſt pœna, ita tamen ut ab omnibus provinciis exularet mathematicis & mechanicis, donec fato functi eſſent judices univerſi, præter * *Danielem Bernoullium Johannis* filium, hoc autem uno ſuperſtite reverti liceret; interim delegatis ex ipſorum numero traderetur, qui eum vili aliquo miniſterio perpetim occuparent. Hi ergo, quum labori cuivis graviori perferendo imparem exiſtimarent, conſilio inter ſe capto, tandem re ſartoria decreverunt ſenem exercere; & chlamydes quaſdam veteres *Newtonianas* nacti, has eum reſarcinare, invertere, laciniis inauratis, patrio noſtro more, ornare, ſuis denique humeris aptare coegerunt. Ita quidem ipſi magnifice incedunt; at miſerum ſenem dies noctesque exer-

* Comment. academ. ſcient. imperial. Petropolit. tom. I.

cent & consumunt. Ille, sordidum laborem indignans, lacertos ostentat, onera deposcit aut fodinas, vires sibi esse vociferatur ad moles maximas quascunque, arces, urbes, regna, orbem immo terrarum sedibus divellendum. Frustra: surdis auribus canitur. Jurat itaque iratus per Stygen & Phlegethonta, nullam unquam machinam, nullum experimentum, argumentum denique nullum, ad causam suam tuendam, adducturos *Leibnitianos*, quod non ipse, cum iis, qui sui rationem habeant, nullo negotio in ipsorum capita retorsurus sit.

Hæc hospes; ludens forsitan. Atqui nobis videtur serio dolendum, quod, istis altercationibus, scientia omnium nobilissima pulcherrimaque imperitis in ludibrium propinetur; discentibus interim incertis, quem potissimum auctorem sequantur; eruditi autem & ad pomœria disciplinæ utilissimæ proferenda nati, alii in causa quisque sua defendenda, alii vero longe pejus & inutilius occupati sint alienis inventis in novam formam transmutandis, & ad suam opinionem accommodandis; furibus autem & plagiariis, hac data occasione, omnia plena sint.

Tanto itaque reipublicæ literariæ malo cum vehementius animo commoverer, cupido me incessit argumenta aliqua conquirendi, etsi non meliora hactenus allatis, tamen disceptationi, si possem, minus opportuna, quibus spes esset minui posse istam controversiam. Quod cum facio, ne quis, oro, me censeat meipsum pro judice, sive dictatore quodam, inter eruditos venditare: sane, Non ea vis animo, nec tanta superbia. Novi nimium vires meas, quantulæ sint: scio, quanto omnibus illis qui ex utraque parte in hanc arenam descenderint, & ingenio & doctrina postponendus sim. Itaque si mihi, post visos aliorum conatus,

huic malo opis attulisse aliquid contigerit, putabo me non optimum medicum, sed novissimum, accessisse. Hunc autem in finem, præmittendæ sunt propositiones aliquot; quas si, ante paucos annos, priusquam studia contentione incaluissent, áxiomatum loco concedi mihi postulassem, id profecto nemo recusasset. Jam vero, cum altercationibus nihil vacet, utique omnia demonstranda sunt.

Propositio I.

Si corpori cuicunque, vi quacunque motrice prædito, adjiciatur insuper altera vis motrix priori æqualis; habebit corpus illud vim motricem prioris duplam.

Demonstratio.

Ex uno ad unum æquale adjecto fiunt duo: estq; numerus binarius unitatis duplex. Id autem non in numeris solum, sed in omnibus naturis, quæ mensuram, & proinde æqualitatem recipiunt, pariter locum obtinet. Ergo, si vi motrici cuicunque addatur secunda vis motrix prioris æqualis, erit vis motrix, ex duabus æqualibus composita, alterutrius earum duplex. Q. E. D.

Propositio II.

Plurium quotcunque corporum, æquali vi motrice præditorum, vis motrix unita æqualis est summæ virium motricium singulorum corporum.

Demonstratio.

Ostenditur eodem modo, ac in propositione superiore factum est, cum nihil vetet vires motrices æquales quotcunque in unam summam redigi per additionem.

Coroll.

Coroll. 1. Cum multiplicatio non ſit niſi multiplex additio, habebitur corporum omnium vis motrix unita, multiplicando vim motricem unius cujuſcunque corporis, per numerum corporum.

Coroll. 2. Dividendo vim motricem unitam omnium corporum, per eorundem corporum numerum, elicitur vis motrix unius corporis ſeorſim a reliquis ſumpti.

PROPOSITIO III.

Data preſſio, dato tempore, generat vim motricem datam.

Demonſtratio.

Cauſarum æqualium æquales ſunt effectus, omnibus fatentibus; ſaltem niſi diſputetur de habenda, aut non habenda ratione temporis, quo cauſa quæque effectum ſuum conſequitur. Tollitur autem iſta diſceptatio, ponendo tempus datum. Itaque, cum vis motricis alia nulla cauſa ponatur, præter preſſionem, data utique preſſione, dabitur vis motrix Q. E. D.

Accedimus jam ad propoſitionem primariam de vi motrice corporum, quam triplici demonſtratione, ex tribus propoſitionibus præmiſſis, muniemus, ne quis forte nobis in una aut altera demonſtratione paralogiſmus obrepſerit. Triplex autem nodus non facile.

PROPOSITIO IV.

Dati corporis vis motrix eſt in ratione celeritatis.

Demonſtratio.

Demonstratio I.

1. In mensam FGIH, *Tab.* III. *Fig.* 10. planam, horizontalem, & plano horizontali insistentem, rotulis subjectis instructam, ut ope idonei machinamenti adjuncti, nunc antrorsum, nunc retrorsum, secundum longitudinem IH, ipsius mensæ, moveri possit æquabili velocitate, adigatur paxillus B, cui adfigatur alterum extremum B, laminæ elasticæ BC. Retrahatur altera extremitas C, laminæ hujus BC, usque ad D; deinde resiliendo per vim elasticam, & irruendo in corpus A, impellat id corpus per lineam AE, mensæ longitudini IH, parallelam, usque ad E. Cognita autem habeatur, per experimenta sæpius repetita, celeritas, qua corpus A, post ictum laminæ elasticæ, percurrat lineam AE.

2. Reponatur jam in sedem priorem corpus A, & quiescente lamina elastica, trahatur mensa, ope machinamenti prædicti, secundum lineam AE, eadem præcisa celeritate, atque corpus A prius obiverat eandem lineam AE. Jam itaque corpus A, licet relative ad mensam quiescens, revera ciebitur eadem celeritate ex mensæ motu, quam prius conceperat ex ictu laminæ elasticæ; & proinde vis motrix ejusdem A, ex motu mensæ concepta, æqualis erit vi motrici, qua prius laminæ opera ciebatur.

3. Perstante hoc motu mensæ, lamina elastica retracta ad D, & inde dimissa, feriat iterum corpus A. Jam in mensa feretur corpus A eadem velocitate, sive eodem tempore percurret lineam AE, atque prius fecerat mensa quiescente; cum eadem sit lamina, æqualiter retracta, & incidat in idem corpus, eodem loco positum, atque antea. Unde adjicietur corpori A, vis motrix altera, æqualis vi motrici jamjam insitæ ex motu mensæ. Ergo per *Prop.* I. habebit jam corpus A vim

motricem

motricem prioris duplam; & cum celeritas quoque prioris ſit duplex, patet vim motricem eſſe in ratione celeritatis. Q. E. D.

Scholium. Ex ſententia *Leibnitiana*, deberet lamina, inter motum menſæ, vim motricem triplicem corpori adjicere; & vim quintuplicem, ſi menſa duplici celeritate ferretur, &c. Porro, cum retrorſum ageretur menſa ſimplici velocitate, deſtrueret ſolum lamina vim motricem ſimplicem ex menſæ motu conceptam; cum duplex eſſet velocitas menſæ retrorſum actæ, lamina vim triplam corpori auferret, cum triplex, quintuplicem,&c. Quæ qui explicarit, quomodo proficiſci queant ex ejuſdem laminæ æquali ictu,is erit mihi magnus Apollo.

Demonſtratio II.

Cum aquis fluentibus objicitur ſuperficies plana quæcunque, vis impreſſionis in illam ſuperficiem ab aqua factæ, rationem obtinet duplicatam celeritatis aquæ: quod cl. *Mariotti* experimentis compertum eſt. Atqui vis hujus impreſſionis, eſt ut vis motrix unita omnium illarum aquæ particularum, quæ puncto temporis, ſive tempore infinite parvo, in ſuperficiem impingunt. Unde per *Coroll.* 2. *Prop.* II. dividendo quadratum celeritatis, per numerum particularum impingentium, h. e. per celeritatem (nam eſt numerus particularum impingentium ut celeritas aquæ) habetur vis motrix unius particulæ aquæ, in ratione celeritatis. Q. E. D.

Scholium. Secundum *Leibnitianos* deberet vis impreſſionis reperiri in ratione triplicata celeritatis, cum numerus particularum impingentium ſit ut celeritas, & vis motrix cujuſque particulæ, ut quadratum celeritatis.

Demon-

Demonstratio III.

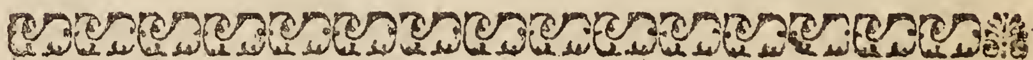
Interponatur lamina elastica, complicata & compressa, inter corpora inæqualia A, B, *Tab.* III. *Fig.* 11. deinde resiliendo & sese explicando nitatur lamina in utrumque corpus. Orientur ex hoc nisu, sive pressione, celeritates corporum A,B, in ratione reciproca ipsorum corporum. At cum, omni temporis puncto, eadem præcise pressio incumbat in corpus A, atque in corpus B, & persistat hæc pressio, præcise per idem tempus, ad utrumque corpus; erunt vires motrices horum corporum sibi invicem æquales, per *Prop.* III. Ergo, vis motrix alterutrius corporis est in ratione composita, ex ratione massæ, & ratione celeritatis. Itaque, quoties datur massa, vis motrix est in ratione celeritatis. Q. E. D.

Scholium. Reponetur forsitan ad eludendam hanc demonstrationem, laminam nostram concipi posse, per punctum quiescens in C, ita dividi, ut partes CA, CB, sint in ratione inversa corporum A & B; & partem CA unice niti in corpus A, partem CB in corpus B; & proinde vim motricem tanto majorem communicari corpori A, quam corpori B, quanto longior est CA, quam CB. Atqui concesso, quiescere punctum C, tamen, cum tota lamina, & omnis ejus particula, omni temporis puncto, æqualiter nitatur in utramque partem, tam versus B, quam versus A; patet æqualitatem pressionis in utrumque corpus, hoc argumento minime tolli.

Liceat mihi, hoc loco, viros celeberrimos, qui *Leibnitianas* partes tuentur, hortari & invitare, ut aliquod nobis opponant experimentum, ubi temporum æqualitas servetur, sicuti in hac nostra demonstratione factum est. Id si facere dignati

fuerint, me ipsis discipulum, parum id quidem est, at multos, egregios ausim promittere. Equidem perinde esse dicitur, breviore, an longiore temporis spatio, vires motrices corporibus communicentur. Esto. At perinde esse fatendum est, si æquali tempore communicentur; & profecto magnæ infelicitatis est, quod omnia experimenta ab ipsis hactenus adducta, ob inæqualitatem temporum elusa sint.

Id vero si quis facere volet, aut etiam hæc nostra impugnare, oro, principiis utatur claris, certis, utrinque, ante ortam hanc controversiam, receptis; aut, si quid novi adducat, id demonstratione prius muniatur: aliter si fecerit, oleum sane operamque perdiderit. Nam ubi difficultas aliqua objicitur, hypothesin illico, ad eam expediendam, pro libitu fingere, quod sane frequentissime fieri videmus, tum in aliis scriptis physicis, tum in hac ipsa controversia, ut indignum est viro mathematicis literis erudito, ita nihil facilius. Des modo ubi consistam, inquit *Archimedes*, terram movebo. Des, inquam, non *Archimedi*, sed etiam mihi, quidlibet fingere, & quicquid velim demonstravero.



Additamentum.

QUum ista jam absoluta essent, & typis mandarentur, venit mihi in mentem argumenti cujusdam, a celeberrimo philosopho, ad causam *Leibnitianam* tuendam allati, quod nulla temporum inæqualitate laboraret. Id autem si hic negligerem, aliquis forsan, quod ego supra fieri desideraverim, illud jamdudum præstitum fuisse

existimaret. Unde, etsi consilium nobis fuerit, veritatem potius ipsam confirmare, quam adversariorum rationibus, tam multis præsertim, & pene infinitis, refellendis immorari, hoc tamen argumentum necessario videtur ad examen esse revocandum.

Nititur autem principio sequenti, omnibus notissimo.

Si insit corpori A, *Tab.* III. *Fig.* 12. vis aliqua, qua, dato tempore, percursurum sit id corpus lineam, A B; & eidem corpori insit alia vis, qua, si prior vis abesset, eodem dato tempore, percursurum sit lineam, A C, priori lineæ, A B, normalem; corpus, his duabus viribus conjunctis, describet, dato illo tempore, diagonalem, A D, parallelogrammi rectanguli, A B C D.

Hoc præmisso, vir doctissimus hunc in modum argumentatur.

Quoniam vis impellens corpus, A, secundum directionem, A B, neque auget, neque minuit vim corporis secundum directionem, A C; & pariter, vis secundum A C, neque auget, neque minuit vim corporis secundum A B: itaque, quum hæ vires concurrunt ad producendum motum corporis secundum lineam, A D, erit vis, ex duabus composita, secundum diagonalem, A D, æqualis aggregato virium duarum secundum lineas, A B, A C. Unde, postea, facile conficitur, has omnes vires esse inter se, ut quadrata celeritatum.

At latet paralogismus. Nam, etsi vires duæ primo positæ non augeant, aut minuant se invicem, quamdiu in propriis directionibus versantur, A B, A C; tamen, cum corpus, unitis his viribus, deferendum est per diagonalem, A D, tum utique se invicem minuunt, quod altera alteri ex parte adversetur. Resoluta enim vi, A B, in vires

duas, AE, EB, & resoluta pariter vi, AC, in vires, AF, FC, patet vires duas æquales, EB, FC, sibi mutuo adversari, & se invicem destruere; reliquas autem vires, AE, AF, conficere vim compositam, qua describitur diagonalis, AD, cui æquantur duæ lineæ AE, AF. Quarum itaque virium, AE, AF, non virium, AB, AC, aggregato æqualis est vis secundum diagonalem, AD.

Aliud etiam vidi, huic affine, & eodem proposito adductum, argumentum a summo mathematico, longe subtilissima ratione concinnatum; quo corpus, certa velocitate latum, comprimit laminam elasticam unam; idem, dupla celeritate præditum, similiter comprimit laminas elasticas quatuor, priori similes & æquales, aliam tamen ex alia, directione corporis toties mutata. Verum & illud quoque, si quis accuratius excutiat, eodem paralogismo laborare non difficulter deprehendet.

Quod si reducatur hoc experimentum ad casum illum simpliciorem, quo corpus, dupla celeritate præditum, quatuor laminas elasticas, juxta positas & conjunctas, simul & uno impetu comprimit; tum utique urgebitur hoc argumentum communi omnium *Leibnitianorum* argumentorum vitio, ob inæqualitatem temporum; cum corpus dimidio tempore comprimat quatuor laminas, h. e. dimidio tempore laminarum nisum & resistentiam experiatur.

Pauca adhuc ut adjiciamus, cogit nobile illud, & ab omnibus decantatum experimentum, * quo globi duo, pari diametro, at pondere dispari, a diversa altitudine cadendo, in sevum gelatum impingunt: quod a celeberrimo marchione *Poleno*, viro, nemini concertantium, aut ingenio, aut

* Polenus de Castellis.

doctrina

doctrina secundo, candore autem & veri cognoscendi studio tantum non omnes superante, ante plures annos institutum est; aliis postea imitantibus. Repertum est autem, pares in sevo foveas, h. e. pares effectus, casu globorum fieri, cum altitudines, unde globi deciderent, seu quadrata celeritatum cadentium globorum, ponderibus eorundem reciproca proportione responderent. Unde aperte inferri videbatur, vires eorum globorum, quibus pares effectus gignerentur, pro paribus esse habendas: hoc est, vim motricem utriusvis globi metiendam esse pondere ejusdem, & quadrato velocitatis.

Id vero experimentum, qua ratione, salva vetere doctrina, explicari posset, fuse dudum & dilucide exposuit * vir supra meas laudes positus, quippe cui *Newtonus* ipse luculentum & perenne testimonium dederit, *Henricus Pembertonus*. Mihi sat est, hoc in loco, indicare, inæqualia esse tempora, quibus fiant istæ foveæ; globum nempe velociorem breviore temporis spatio ad imam foveam pervenire, quam tardiorem. Quod etsi dubium videatur laudatissimo marchioni, quia oculorum acie, cerni nequit, *&* † *foveæ in sevo effectio momentaria esse videtur*; tamen hoc uno argumento evincitur, quod toto itinere, a summa fovea ad fundum usque, levior ex globis velocius moveatur. Hoc autem sequitur ex illa ipsa hypothesi, qua demonstrationem *Pembertonianam* impugnat vir clarissimus. Quippe, cum ponit, *vires, in utroque globo, quæ amittuntur in spatiis æqualibus penetrandis, debere esse æquales*, ponit utique æquales globorum vires reliquas, & proinde

* Philosoph. Transact. No 371.

† Poleni epistola ad Anton. Co. de Comitibus.

majorem ponit levioris globi celeritatem, in omni foveæ profunditate.

Nescio an res clarior reddi possit: experiamur tamen, & quidem alia via.

Liceat itaque mihi, pace doctissimi *Poleni*, sevi gelati loco, laminas elasticas duas æquales, sive complicatas, sive spiræ in modum contortas, globis cadentibus objicere. Laminas autem istas feriant globi, cadendo, ut prius, ab altitudinibus in ratione inversa ponderum globorum. Comprimentur inde laminæ in spatia æqualia; sicuti prius æquales erant factæ foveæ in sevo gelato: hoc est, uterque globus edet parem effectum. At tempore dispari. Nam globus velocior breviori temporis spatio comprimet laminam, quam globus tardior. Porro cum globi, renitentibus laminis, vires motrices integras amiserint, & ad quietem jam pervenerint; laminæ, resiliendo, & sese explicando, pristinam celeritatem reddent utrique globo; at leviori globo, breviore tempore, quam graviori. Quæ omnia constant ex doctrina elasticorum, adversariis & nobis communi.

Ceterum, nequa quæstio moveatur de actione gravitatis in globos, ipso illo tempore, quo laminæ a globis comprimuntur; præstat, globos iisdem, ac prius, velocitatibus, in plano horizontali decurrentes, in laminas, ex adverso, ipsorum cursui objectas impingere. Tum vero evidenter patet, ut id obiter dicam, globum utrumque, quum per æqualia quævis spatia laminas compresserint, æquales laminarum resistentias experiri, globum autem leviorem unamquamque illarum resistentiarum, minore temporis particula experiri, quam graviorem: pariter ut globos sevum penetrantes eandem pati resistentiam, dum globi ipsi portiones æquales cedentis substantiæ premerent,

Tab. I.

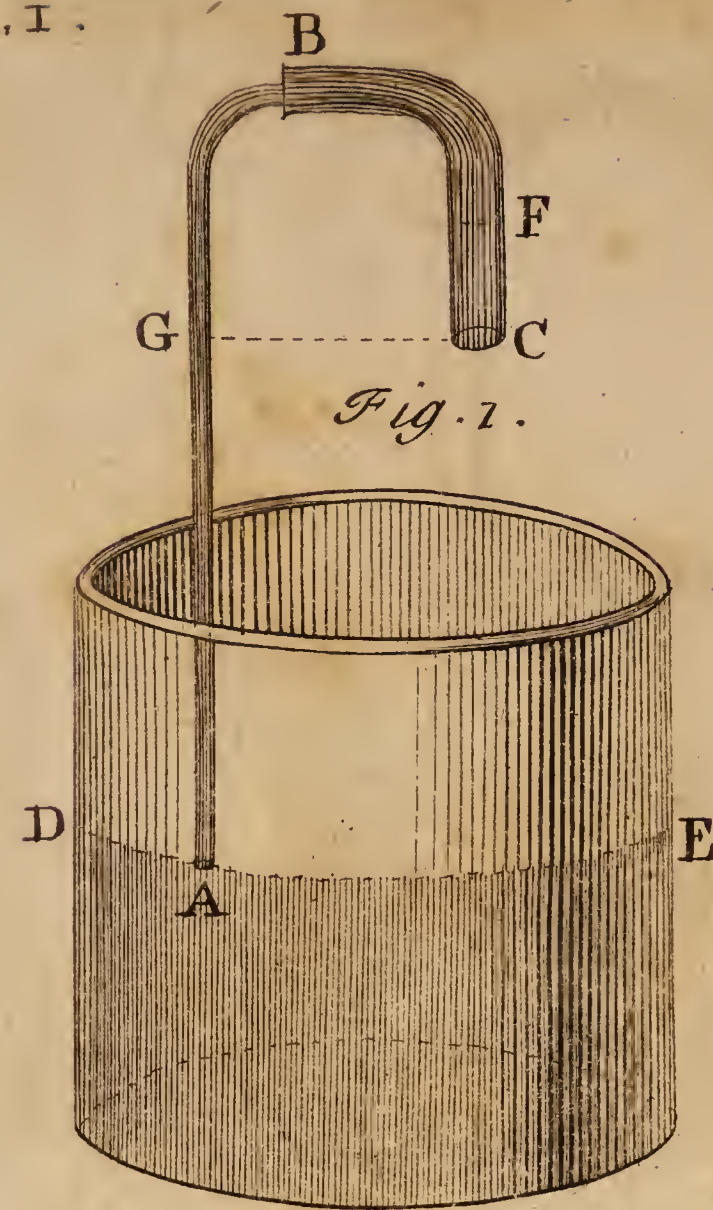


Fig. 1.

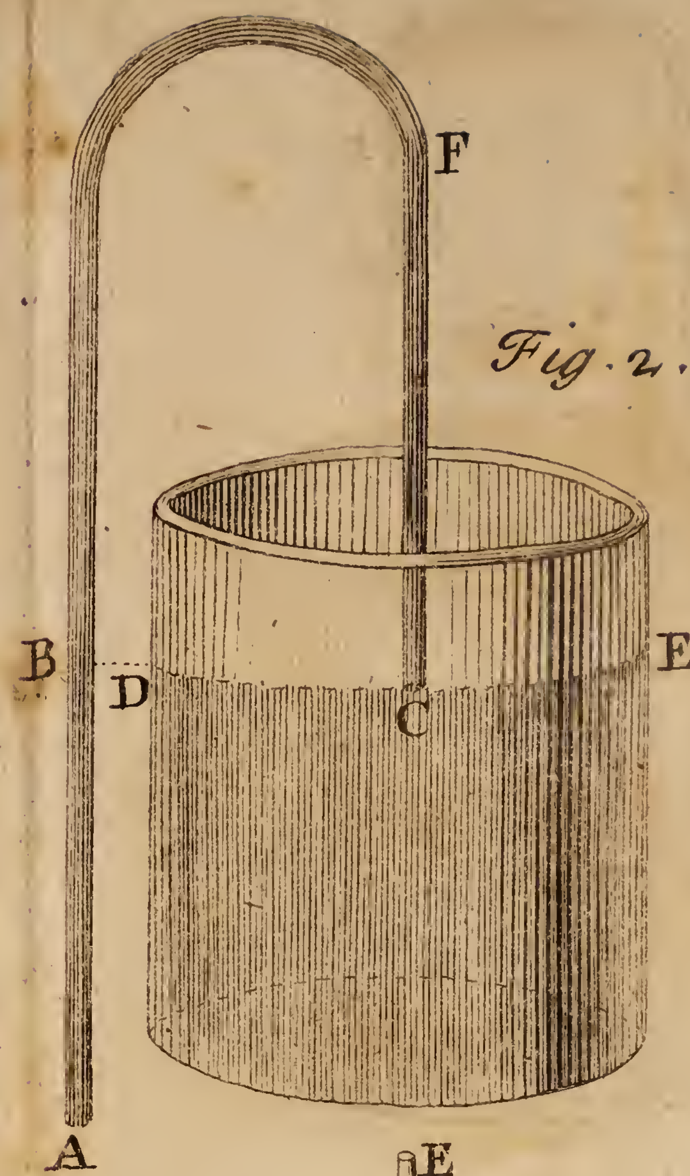


Fig. 2.

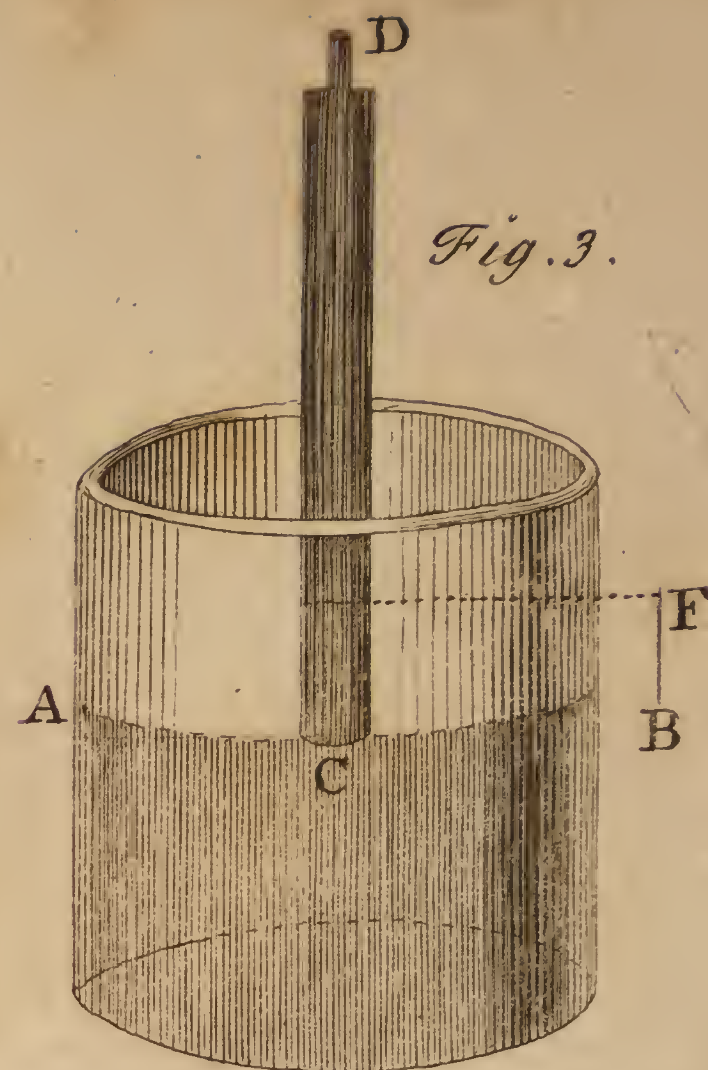


Fig. 3.

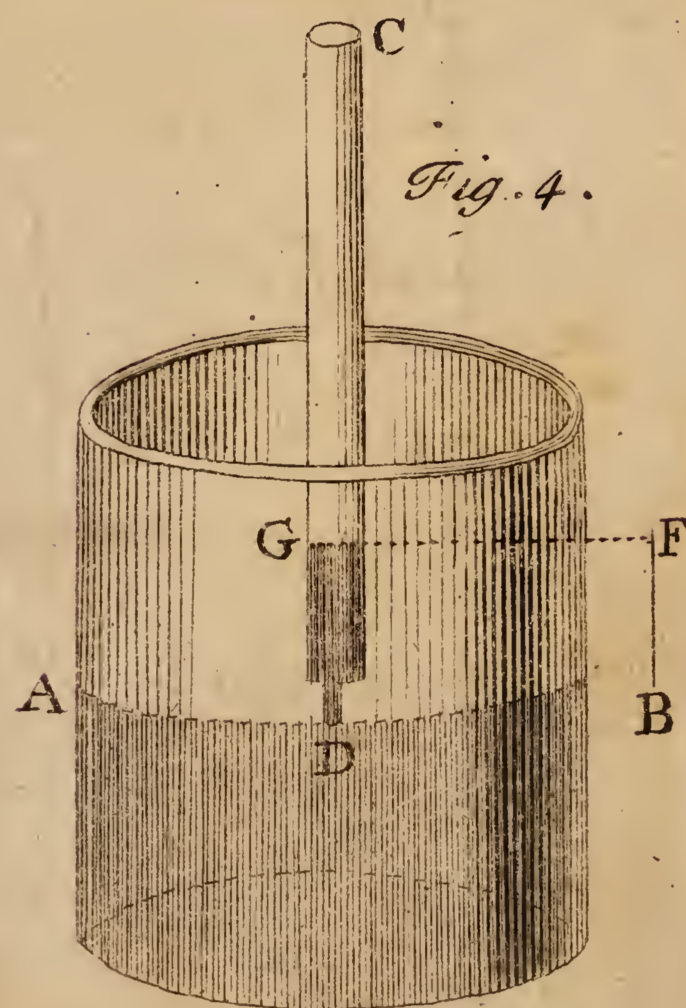


Fig. 4.

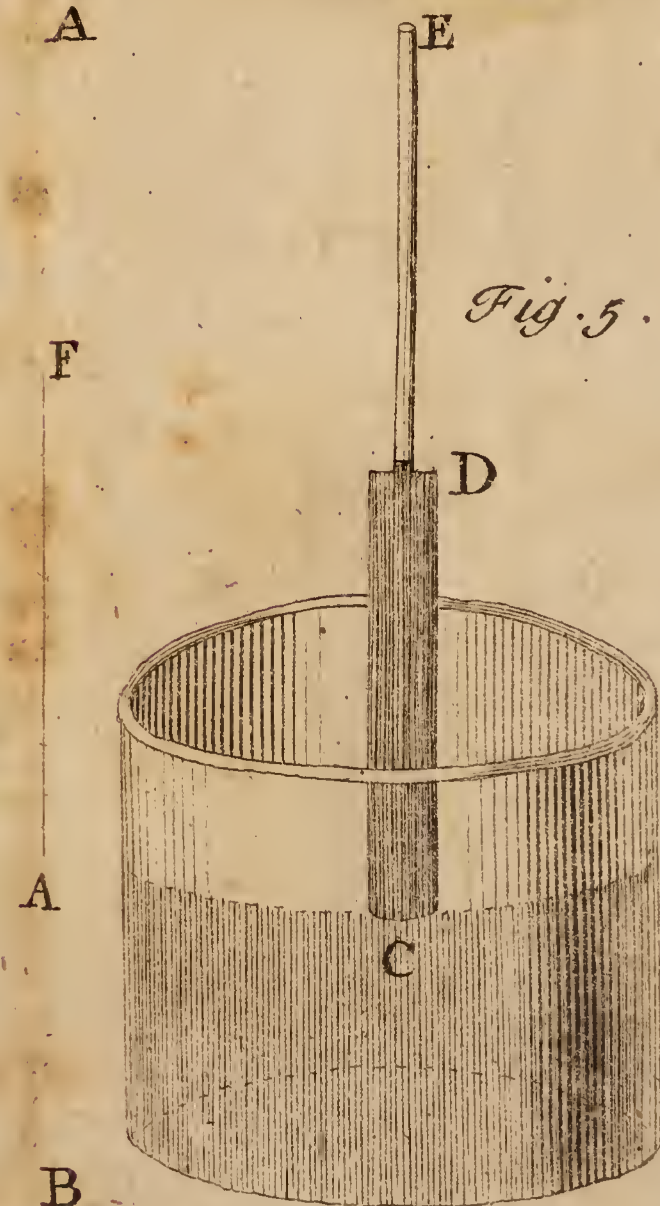


Fig. 5.

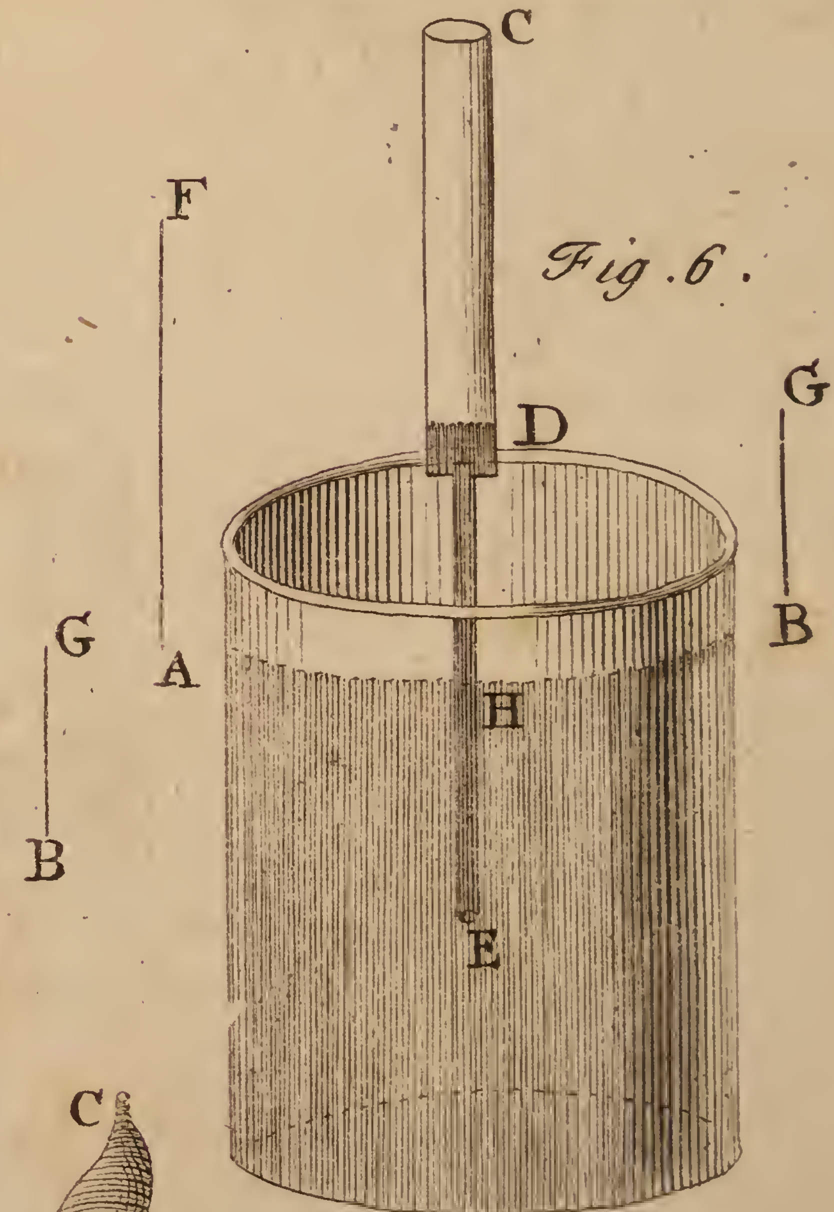


Fig. 6.

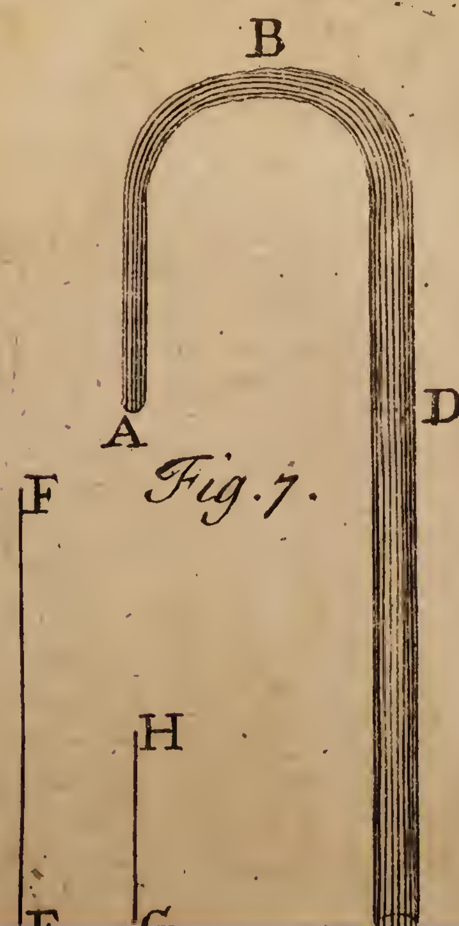


Fig. 7.

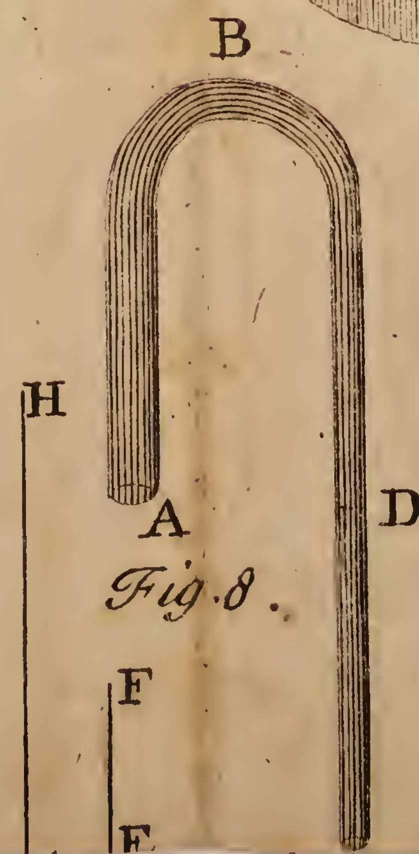


Fig. 8.

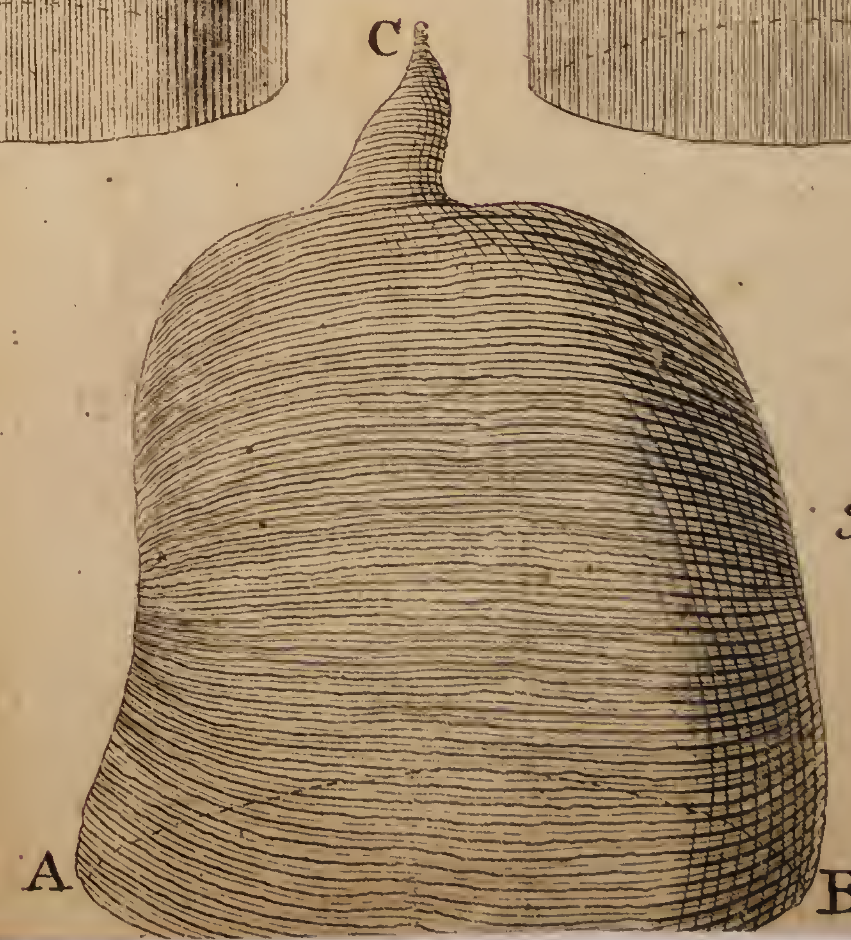
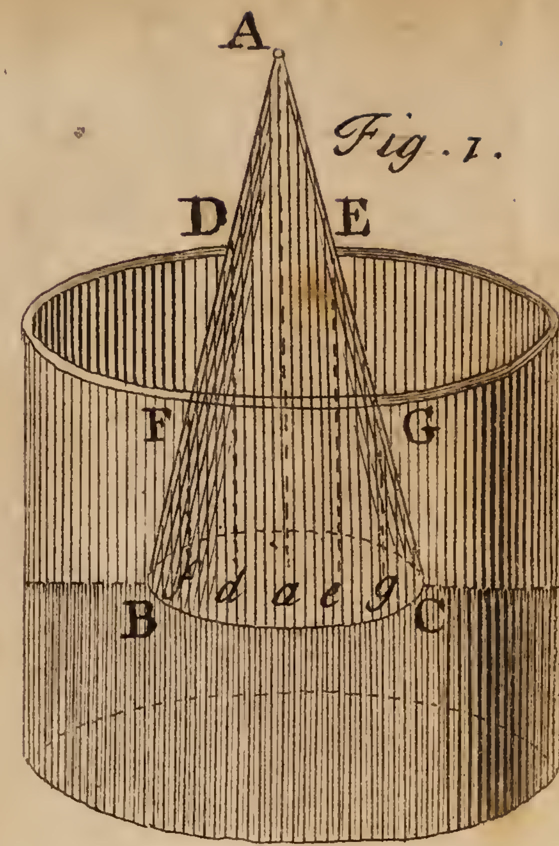
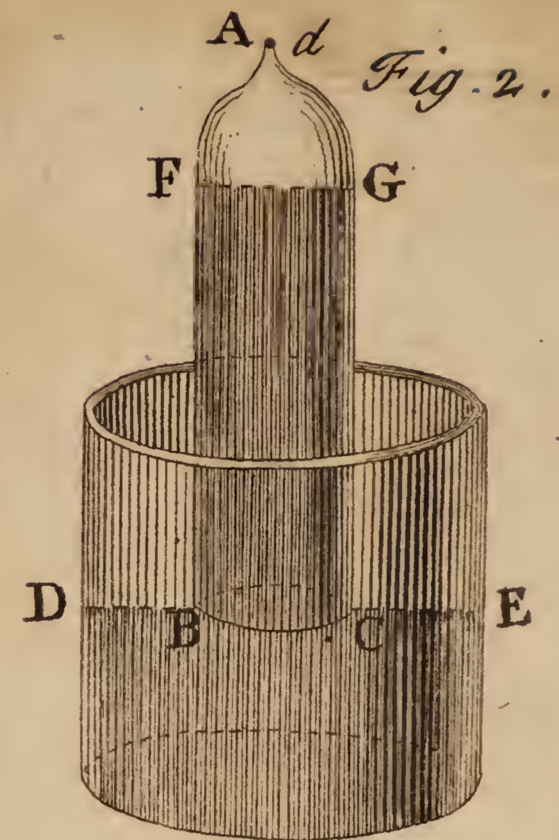
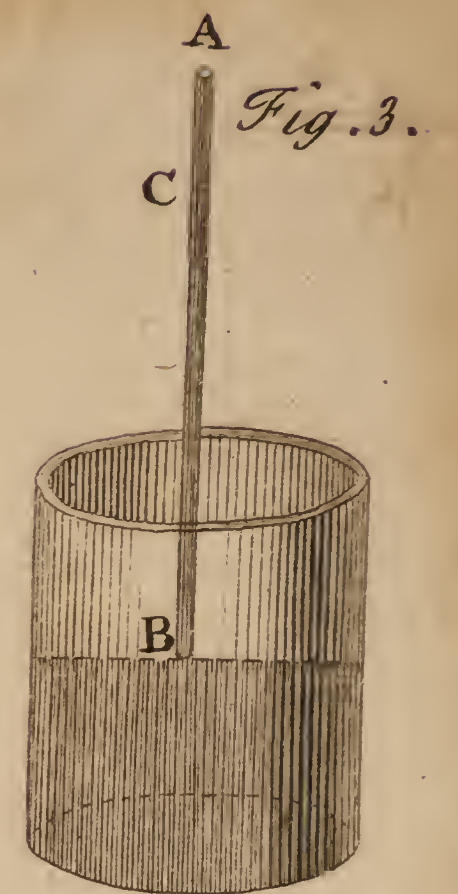
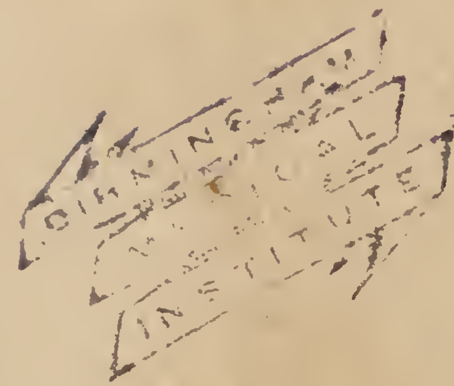


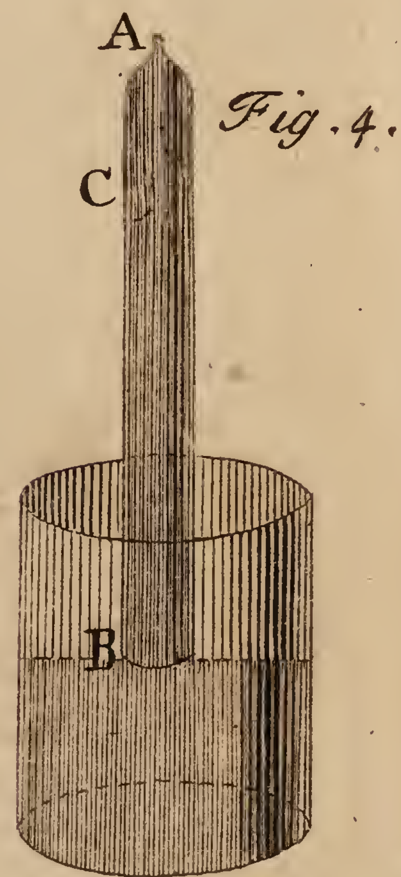
Fig. 9.

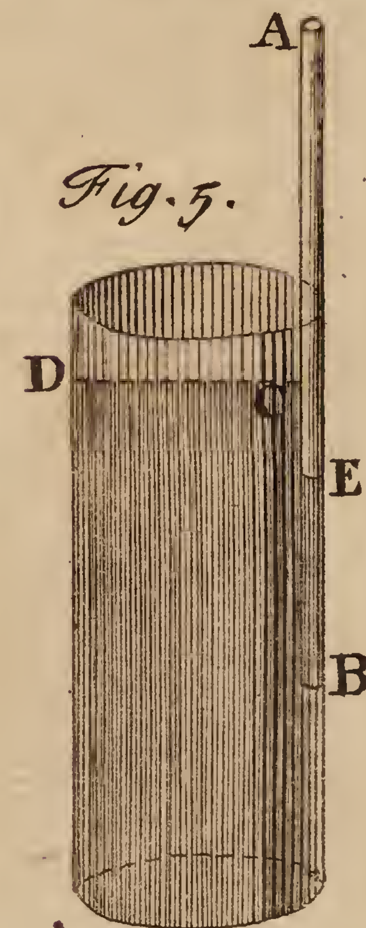

A
Fig. 1.
D
E
F
G
f d a e g
B
C

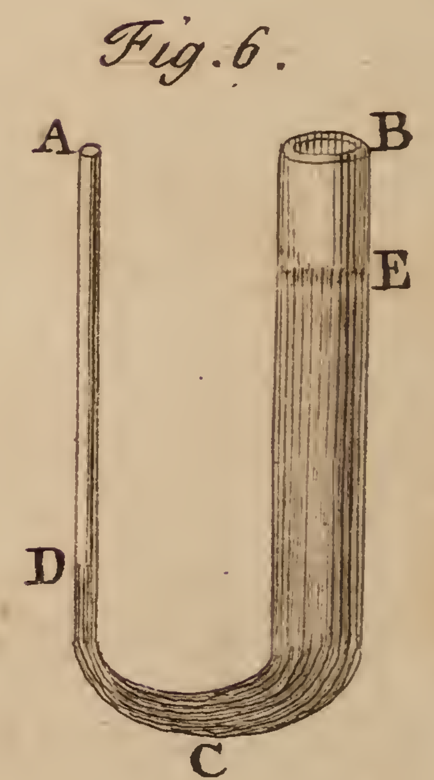

A d
Fig. 2.
F
G
D
B
C
E

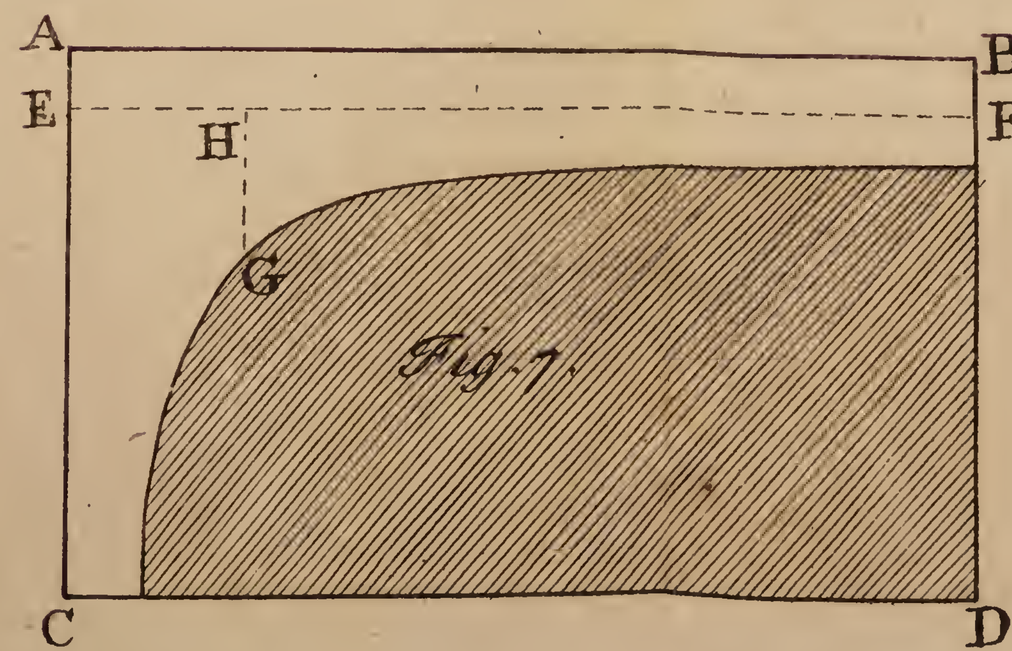

A
Fig. 3.
C
B

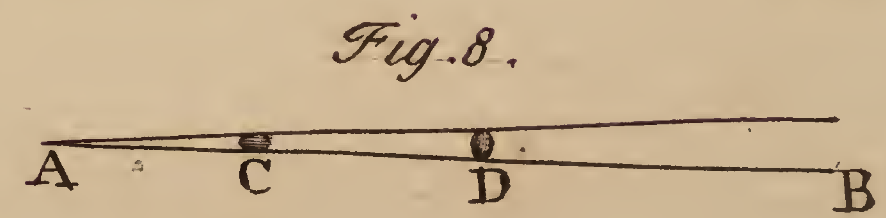

INSTITUTE

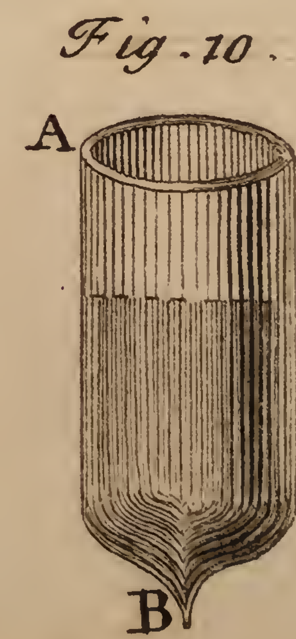

A
Fig. 4.
C
B

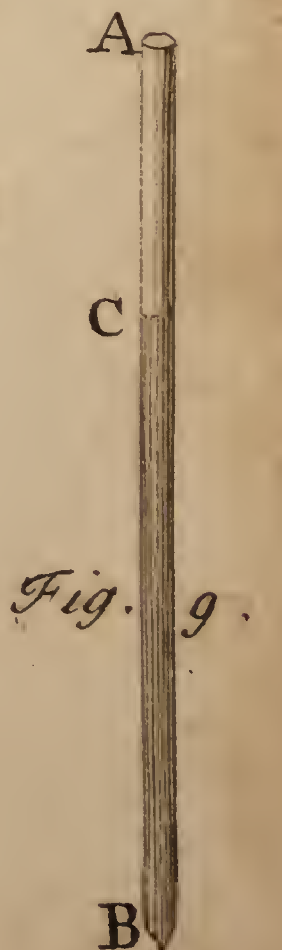

A
Fig. 5.
D
C
E
B


Fig. 6.
A
B
E
D
C

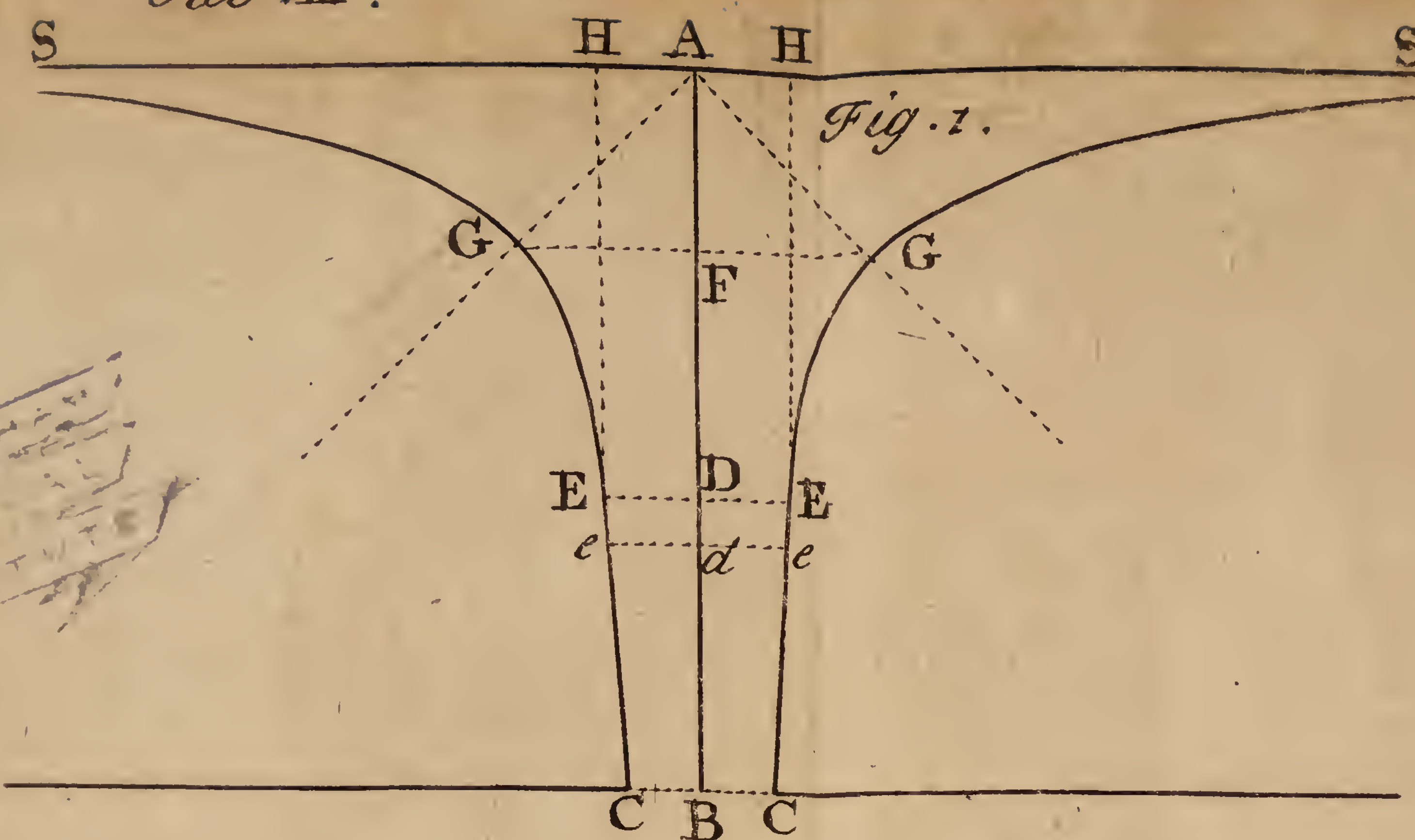

A
B
E
F
H
G
Fig. 7.
C
D

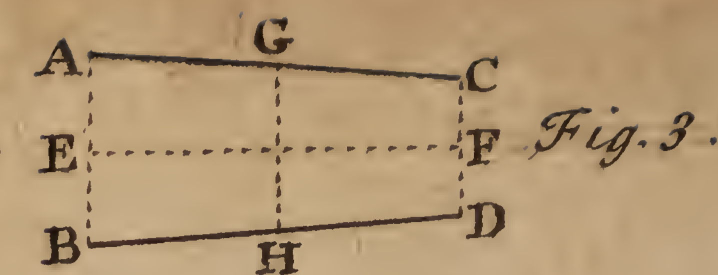

Fig. 8.
A
C
D
B

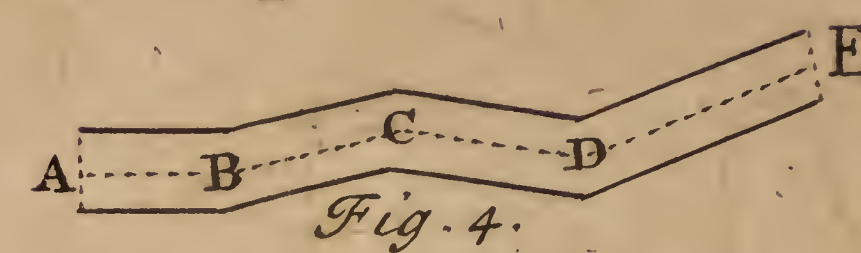

Fig. 10.
A
B

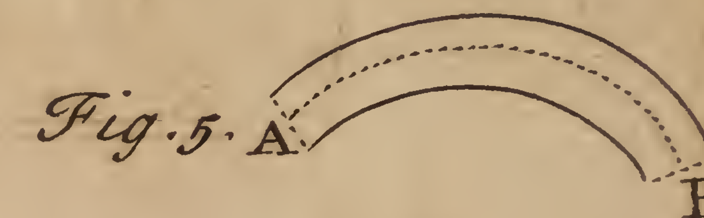

A
C
Fig. 9.
B

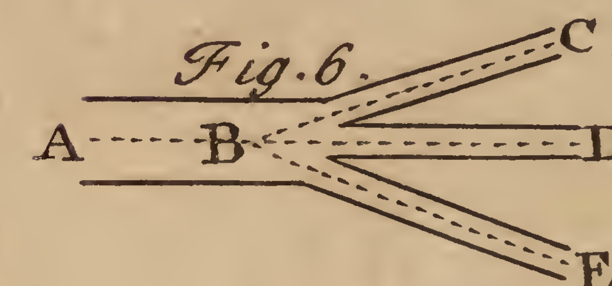
Tab. III.

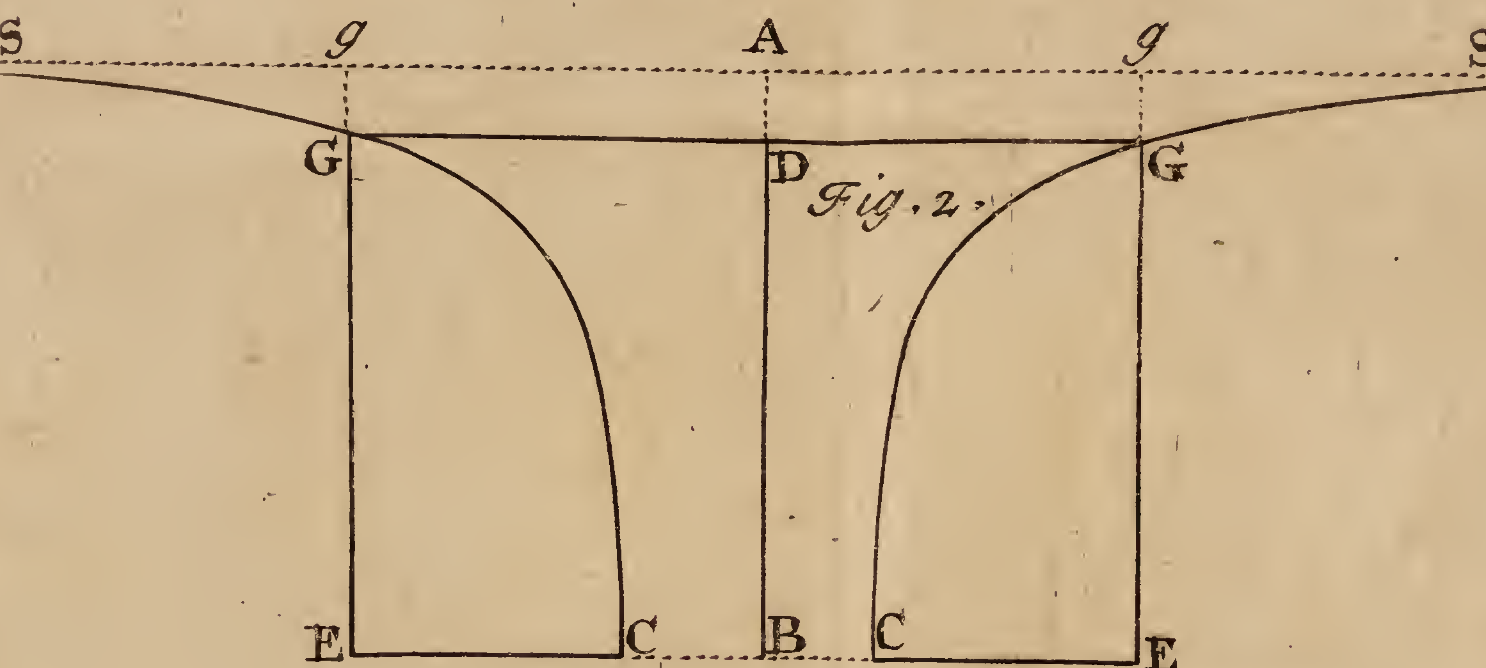

Fig. 1.
S H A H S
G F G
E D E
e d e
C B C

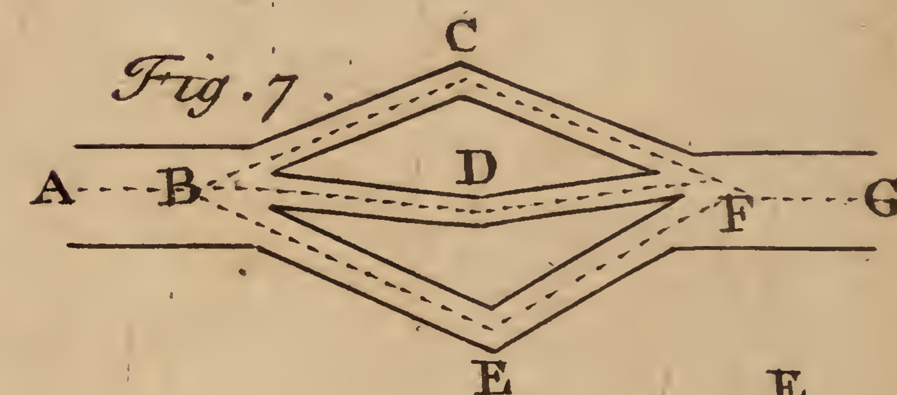

Fig. 3.
A G C
E F
B H D

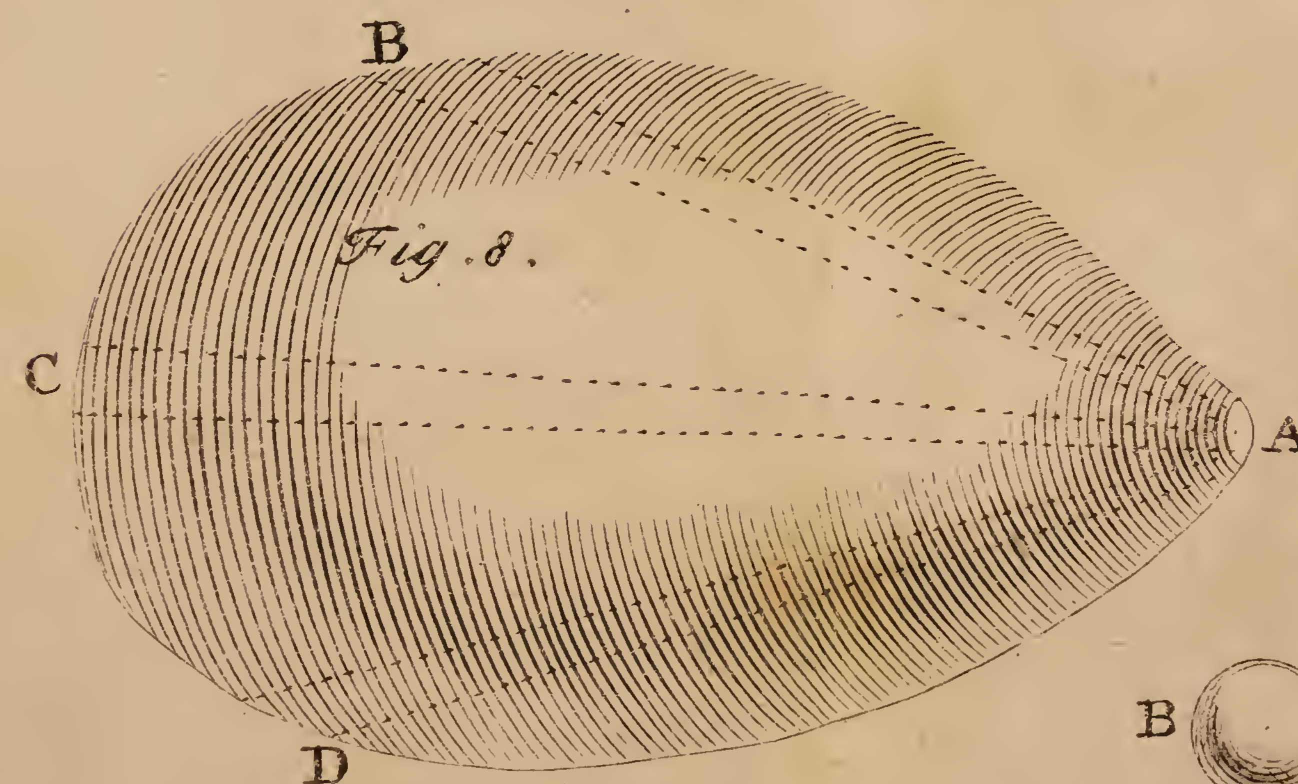

Fig. 4.
A B C D E


Fig. 5.
A B


Fig. 6.
A B C D E


Fig. 2.
S g A g S
G D G
E C B C E


Fig. 7.
C
A B D F G
E


Fig. 8.
B
C A
D

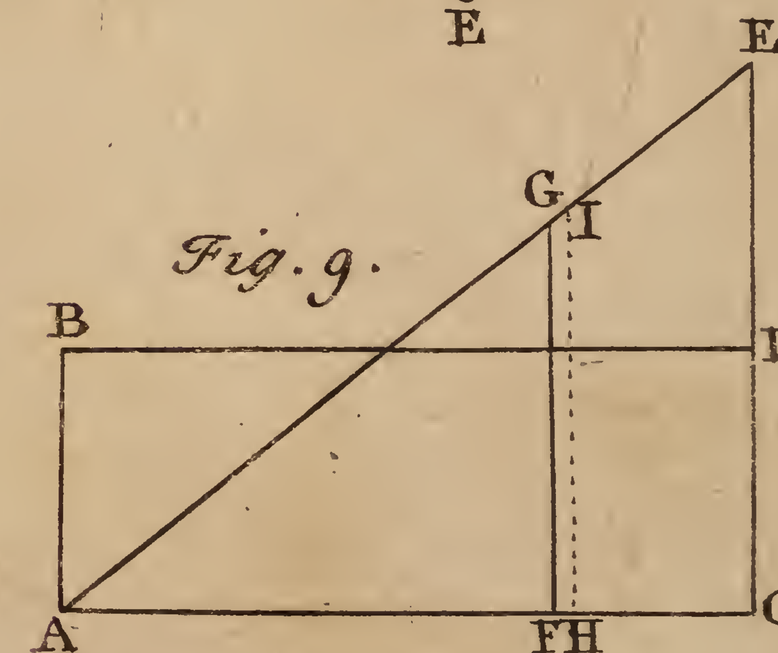
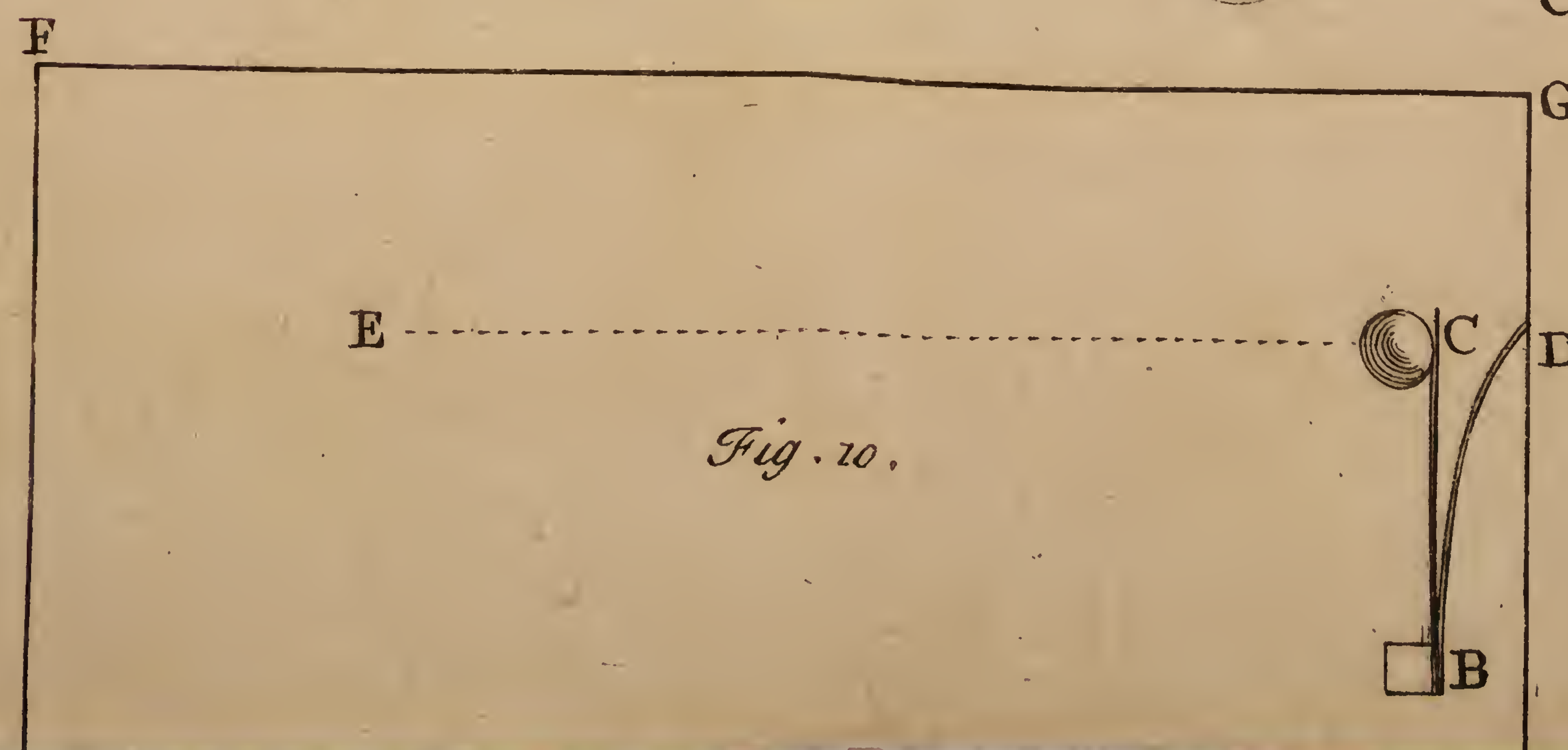
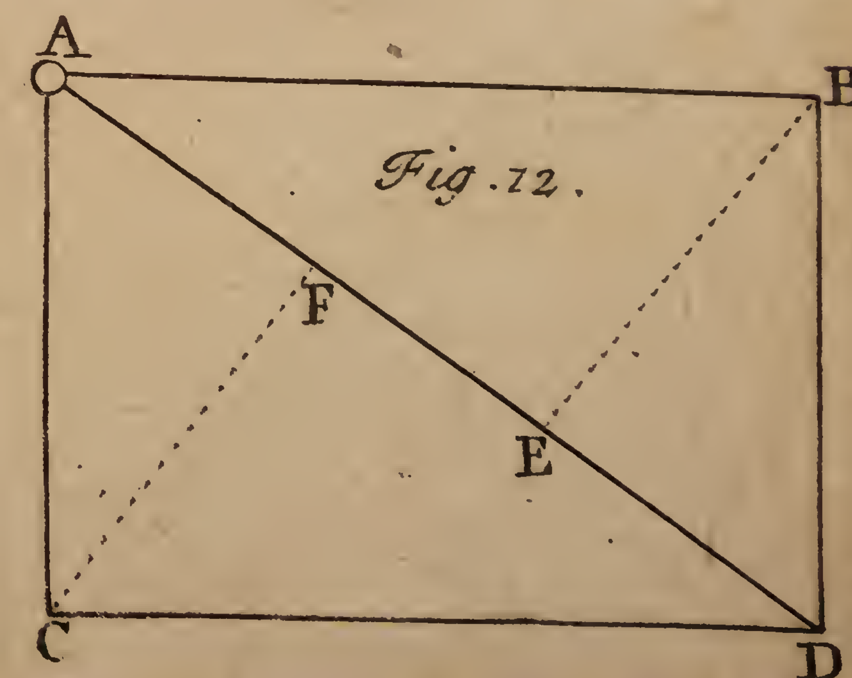

Fig. 9.
E
G I
B D
A F H C


Fig. 11.
B C A


F G
E C D
Fig. 10.
B


A B
Fig. 12.
F
E
C D

premerent, globum autem leviorem minori tempore pati iſtam reſiſtentiam docuerat cl. *Pembertonus*; quod nobiliſſimo *Poleno* omnium duriſſimum & maxime alienum, in demonſtratione *Pembertoniana* videbatur.

Itaque jure noſtro videmur poſſe concludere, nullo ex his argumentis ſatis factum eſſe noſtro deſiderio.

FINIS.

ERRATUM.

PAg. 28. Lin. 32. l. firmiſſimorum.





Catalogus Librorum proſtantium apud Gul. Innys.

1 PHiloſophiæ Naturalis Principia Mathematica Auctore Iſaaco Newtono Equite Aurato. Editio tertia aucta & emendata.

2. Optice, ſive de Reflectionibus, Refractionibus, Inflectionibus & Coloribus Lucis. Libri tres. Auctore Iſaaco Newton, Equite Aurato. Latinè reddidit Samuel Clarke, S. T. P. Editio ſecunda, auctior. *8vo.* 1719.

3. Analyſis per Quantitatum Series, Fluxiones, ac Differentias cum Enumeratione Linearum tertii Ordinis. *4to.* 1711.

4. Arithmetica Univerſalis, ſive de Compoſitione & Reſolutione Arithmetica Liber. Edit. ſecunda. *8vo.* 1722.

5. Geometria Organica, ſive Deſcriptio Linearum curvarum univerſalis. Auctore Colino Mac-Laurin Matheſeos in Collegio novo Abredonenſi Profeſſore, & Reg. Soc. Socio. *4to.* 1720.

6. Epiſtola ad amicum de Coteſii Inventis Curvarum ratione, quæ cum Circulo & Hyperbola comparationem admittunt, cui additur appendix. *4to.* 1722.

7. Methodus Incrementorum directa & inverſa. Auctore Brook Taylor, L. L. D. & Regiæ Societatis Secretario. *4to.* 1717.

8. Elementa Arithmeticæ Numeroſæ & Specioſæ, in uſum Juventutis Academicæ, Auctore Edv. Wells, S. T. P.

9. Analyſis Æquationum Univerſalis; ſeu ad Æquationes Algebraicas reſolvendas Methodus generalis & expedita, ex nova infinitarum ſerierum methodo, deducta ac demonſtrata. Editio ſecunda, cui acceſſit Appendix de infinito infinitarum ſerierum progreſſu ad æquationum Algebraicarum radices eliciendas, cui etiam annexum eſt, de ſpatio reali, ſeu ente infinito conamen mathematico-metaphyſicum. Auctore Joſeph Ralphſon, A. M. & Reg. Soc. Socio. *4to.*